

## ОТЧЕТ МСЭ-R М.2077

**Прогнозы трафика и предполагаемые потребности в спектре для спутниковой составляющей ИМТ-2000 и систем, следующих за ИМТ-2000<sup>1</sup>, на период 2010–2020 годов**

(2007)

**Сфера применения**

В настоящем Отчете представлены прогнозы трафика и предполагаемые потребности в спектре для спутниковой составляющей ИМТ-2000 и систем, следующих за ИМТ-2000, на период 2010–2020 годов. Этот документ является продолжением Отчета МСЭ-R М.2023, в котором изложены требования к спектру для ИМТ-2000 вплоть до 2010 года. В настоящем Отчете представлены технические основы для соответствующих потребностей в спектре, определенных в Отчете Подготовительного собрания к Конференции (ПСК) по п. 1.4 повестки дня ВКР-07.

**1 Введение**

Системы, следующие за ИМТ-2000, – это концептуальный стандарт электросвязи, который развивается в рамках МСЭ. Предусматривается, что системы, следующие за ИМТ-2000, будут повсеместно предоставлять по всему миру пользователям с высокой подвижностью услуги с высокой скоростью передачи данных и с богатым информационным наполнением. В настоящее время планируется внедрение систем, следующих за ИМТ-2000, примерно в 2010 году. Хотя, как ожидается, в службах, следующих за ИМТ-2000, будут доминировать поставщики наземных услуг, спутниковая составляющая ИМТ-2000 и систем, следующих за ИМТ-2000, будет неотъемлемой частью предоставляемых услуг в системах, следующих за ИМТ-2000, особенно в отдаленных районах, где охват наземными поставщиками минимален или отсутствует.

Цель настоящего Отчета – предоставить прогнозы трафика, включая услуги распределения мультимедиа (ММ) и оценки потребностей в спектре для спутниковой составляющей ИМТ-2000 и систем, следующих за ИМТ-2000, на период 2010–2020 годов. Он основан на прогнозах для абонентов, моделях трафика и применении новейшей методологии расчета спектра в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R М.1391 для определения потребностей в спектре.

**2 Прогноз трафика**

В этом разделе описывается процедура определения прогнозов трафика для спутниковой составляющей ИМТ-2000 и систем, следующих за ИМТ-2000. Предоставляется информация о различных услугах и приложениях, используемых в каждом сегменте. И, наконец, для получения общего прогноза трафика данные о числе абонентов и профили использования трафика для каждого сегмента объединяются.

---

<sup>1</sup> Терминология для систем, следующих за ИМТ-2000, содержится в проекте Резолюции [ИМТ-NAME], которая будет рассматриваться с целью принятия на Ассамблее радиосвязи 2007 года (АР-07). В будущих пересмотрах данного Отчета должны учитываться любые решения АР-07 в этой связи.

## 2.1 Число абонентов

В данном Отчете в качестве исходного материала используются результаты широкого изучения пользовательского спроса, и в таблице 1 показано число абонентов ПСС на глобальном уровне. Принимая во внимание быстрые темпы роста числа абонентов после завершения упомянутого изучения пользовательского спроса, соответствующие цифры на 2010 и 2011 годы были немного изменены, чтобы отразить ситуацию в период между 2002 и 2005 годами, когда число абонентов ПСС возросло с 643 000 к концу 2002 года до 1 402 000 к концу 2005 года, что привело к годовым темпам роста в 29%. Скорректированные цифры на 2010 и 2011 годы составляют 2,17 и 2,43 млн. абонентов, соответственно. Для представления пессимистического и оптимистического вариантов развития были выбраны два граничных сценария с 9% и 14% годового прироста, соответственно. Исходной позицией для этих сценариев является установленная цифра в 1,4 млн. абонентов ПСС на начало 2006 года. При составлении прогнозов числа абонентов для систем, следующих за ИМТ-2000, были рассмотрены различные параметры, относящиеся к внедрению, такие как темпы прироста и проникновение сотовых систем, темпы прироста и проникновение технологий кочевой связи (т. е. IEEE 802.16 и 802.20), валовой внутренний продукт на душу населения, включая темпы роста и данные о распределении по населению. Для регионов Азии, Северной Америки, Южной Америки, Европы, Африки и арабских государств параметры, относящиеся к внедрению, применялись по отдельности, учитывая различные сегменты пользователей (частные, профессиональные, корпоративные и институциональные), а также различные условия использования (городские и сельские).

ТАБЛИЦА 1

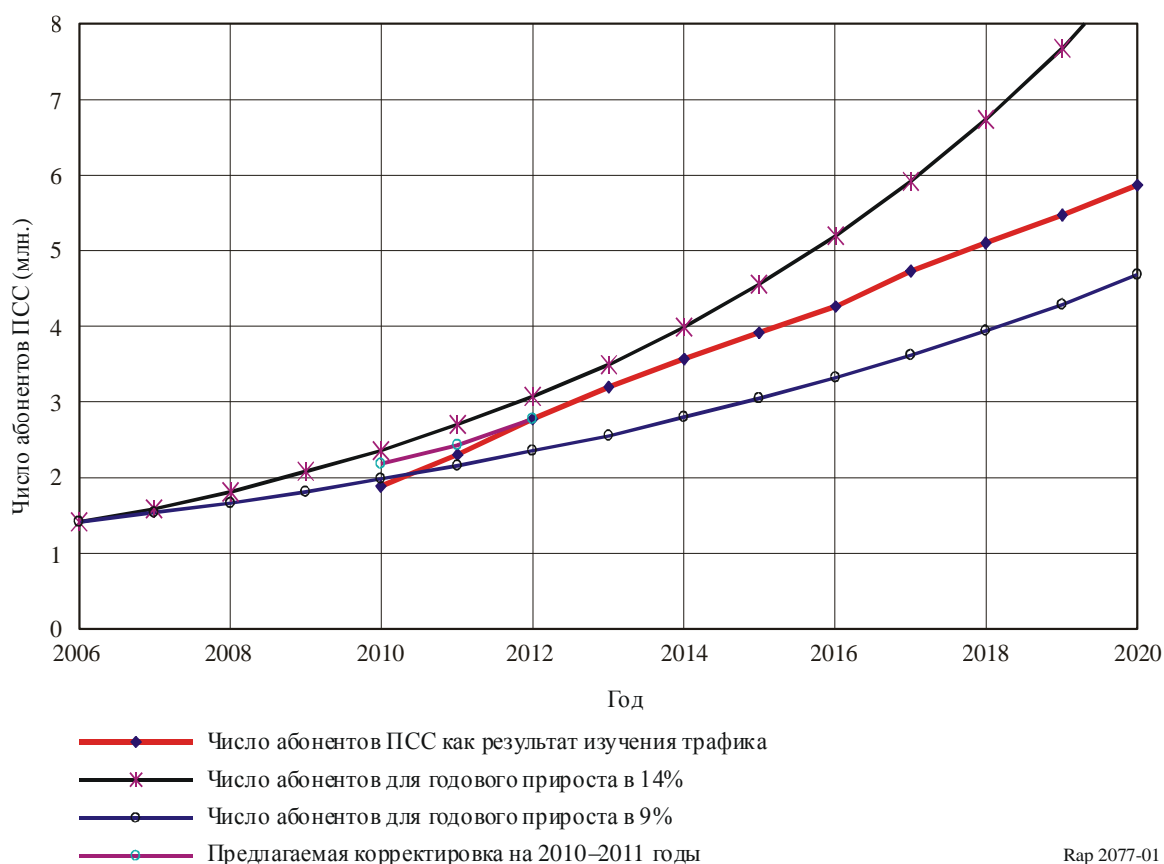
**Число абонентов ПСС на глобальном уровне для систем, следующих за ИМТ-2000, в период 2010–2020 годов**

Число абонентов (тыс.)	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Азия	690,75	893,83	1 109,85	1 332,78	1 547,54	1 756,76	1 966,21	2 253,40	2 506,80	2 770,32	3 053,13
Северная Америка	335,81	405,54	475,56	536,59	585,76	626,48	663,01	718,10	755,01	790,20	825,47
Южная Америка	56,33	71,45	88,14	104,67	120,22	135,10	149,95	170,33	187,72	205,78	224,99
Европа	751,03	896,69	1 038,76	1 158,47	1 249,92	1 321,94	1 384,63	1 484,69	1 545,75	1 602,53	1 659,05
Африка и арабские государства	23,48	25,80	30,69	35,64	40,48	45,16	49,68	54,91	59,89	65,44	70,81
Всего, сухопутная служба	1 857,40	2 293,31	2 742,90	3 168,15	3 543,92	3 885,44	4 213,48	4 681,43	5 055,17	5 434,27	5 833,45
Морская служба	15,45	16,47	19,44	22,20	24,72	27,21	29,67	32,10	34,57	37,31	39,74
Воздушная служба	2,98	3,13	3,74	4,33	4,88	5,38	5,87	6,36	6,88	7,45	7,95

	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Число абонентов для сценария с низким трафиком	1,976	2,154	2,348	2,559	2,790	3,041	3,314	3,613	3,938	4,292	4,678
Число абонентов по скорректированной рыночной оценке	2,170	2,425	2,766	3,195	3,574	3,918	4,249	4,720	5,097	5,479	5,881
Число абонентов для сценария с интенсивным трафиком	2,365	2,696	3,074	3,504	3,994	4,554	5,191	5,918	6,746	7,691	8,768

На рис. 1 показаны результаты прогноза пользовательского спроса, небольшие корректировки на 2010 и 2011 годы, а также два граничных сценария с темпами прироста 9% и 14%, соответственно.

РИСУНОК 1  
Число абонентов ПСС



В таблице 2 показаны ожидаемые пропорции абонентов ПСС для пользователей сухопутной, морской и воздушной служб на период 2010–2020 годов. Хотя характеристики трех разных типов абонентов несколько отличаются друг от друга, их влияние на общие потребности в спектре незначительно. Поэтому для расчетов спектра была взята сумма для этих трех видов службы.

ТАБЛИЦА 2

Распределение пользователей ПСС на 2010–2020 годы

Пропорции абонентов (%)	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Сухопутная служба	99	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2
Морская служба	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Воздушная служба	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

В таблице 3 показан прогнозируемый рост числа абонентов спутникового распределения мультимедийных услуг в период 2010–2020 годов. Эти значения базировались на анализе европейских абонентов спутниковых служб распределения мультимедийных услуг. Изучение было основано на предполагаемой численности населения 252 млн. человек к 2020 году в следующих странах: Германии, Испании, Италии, Соединенном Королевстве и Франции.

ТАБЛИЦА 3

**Число абонентов спутникового распределения мультимедийных услуг на 2010–2020 годы**

Год	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Проникновение спутникового распределения как процент от общего числа абонентов подвижной связи в Европе (%)	4,60	6,20	8,00	10,00	11,90	13,90	25,20	16,40	17,20	17,70	18,00
Число абонентов спутникового распределения (млн.)	11,59	15,62	20,16	25,20	29,99	35,03	38,30	41,33	43,34	44,60	45,36

**2.2 Распределение пользователей по категориям**

При определении указанных в таблице 1 данных о числе абонентов ПСС рассматривались четыре различные группы пользователей:

*Корпоративные пользователи:* Большие организации, которым требуются услуги подвижной связи для их необходимых коммерческих применений, таких как отслеживание активов.

*Институциональные пользователи:* Отдельные лица и организации, работающие в государственном секторе в таких областях, как ликвидация чрезвычайных ситуаций, авиационные службы и службы безопасности на море.

*Профессиональные пользователи:* К ним относятся отдельные лица в коммерческих предприятиях, которым подвижная связь необходима для более эффективного выполнения их работы, предприниматели и частные лица, принадлежащие к верхней процентной шкале доходов.

*Частные пользователи:* Частные лица, пользующиеся предлагаемыми на потребительском рынке услугами подвижной связи, а также специальными услугами подвижной связи.

В таблице 4 показаны различные категории пользователей, относящиеся к различным группам пользователей в разбивке по условиям окружающей обстановки.

ТАБЛИЦА 4

**Категории пользователей в разбивке по условиям окружающей обстановки**

	Город	Пригород	Сельская местность
Корпоративные пользователи	Средства массовой информации Торговля Сфера, связанная с пищей и питьем Сфера услуг Транспорт	Строительство Машиностроение Сфера, связанная с пищей и питьем Авиация/космос Автомобили/сборка	Химические препараты Сельское хозяйство Отдых и путешествия Сфера, связанная с пищей и питьем
Институциональные пользователи	Университеты Библиотеки	Университеты Библиотеки Научно-исследовательская деятельность Больницы	Школы Библиотеки Больницы
Профессиональные пользователи	Предприниматели Служащие банков Консультанты	Ученые Работники в сфере ИТ	Ученые Работники в сфере ИТ Отдых и путешествия
Частные пользователи	Дети, подростки и молодежь Отдельные лица Общины иностранцев	Молодые семьи Общины	Семьи, где дети живут отдельно Общины

### 2.3 Радиослужбы и приложения, используемые в каждой категории

Используемая в настоящем Отчете категоризация услуг та же, что и в Отчете МСЭ-R М.2023 по потребностям в спектре для ИМТ-2000. В большинстве случаев услуги разделяются на мультимедийные и немультимедийные. Мультимедийные услуги основаны на услугах связи с пакетной коммутацией, а немультимедийные услуги чаще всего являются услугами речевой связи и передачи данных в режиме коммутации каналов. Мультимедийные и немультимедийные услуги дополнительно подразделяются следующим образом:

#### 2.3.1 Немультимедийные услуги

**Речевая связь:** в Отчете МСЭ-R М.2023 предполагается скорость кодирования речи 8/16 кбит/с, но в настоящее время в большинстве систем ПСС используются меньшие скорости, а в некоторых случаях скорость составляет 2,4 кбит/с.

*Передача данных с низкой скоростью:* услуги передачи данных в режиме коммутации каналов, в Отчете МСЭ-R М.2023 определены скорости 9,6/16 кбит/с, но здесь допускается использовать любую из существующих скоростей для таких услуг, вплоть до 64 кбит/с.

*Передача сообщений:* обмен сообщениями с низкими скоростями передачи данных 2,4/4,8 кбит/с. Эта услуга не включена в Отчет МСЭ-R М.2023 как отдельная категория, но здесь она рассматривается отдельно из-за наличия большого числа абонентов спутниковой подвижной связи, пользующихся такими услугами.

#### 2.3.2 Мультимедийные услуги

**Речевая связь:** в Отчете МСЭ-R М.2023 предполагается скорость кодирования речи 8/16 кбит/с, но для новых услуг вероятно используются намного меньшие скорости, например 2,4 кбит/с.

*Передача данных с низкой скоростью:* услуги передачи сообщений и электронной почты (без приложений) со скоростями 9,6/16 кбит/с.

*Асимметричные услуги:* услуги одностороннего действия, включающие передачу файлов, доступ к базе данных, интранет/интернет, электронную почту (без приложений), передачу изображений и т. д., со скоростью 144 кбит/с.

*Мультимедийные интерактивные услуги:* видеоконференция и видеотелефония со скоростями передачи данных около 144 кбит/с.

**Услуги распределения мультимедиа:** мультиплексный прямой канал со скоростью передачи данных информационного носителя около 2,3 Мбит/с. В обратном канале будет задействована более низкая скорость и там, где применимо, может использоваться наземная связь. Эта категория не включена в Отчет МСЭ-R М.2023.

В таблице 5 перечислены услуги и примеры их применения:

ТАБЛИЦА 5  
Службы радиосвязи и их применения

Службы радиосвязи	Услуги	Примеры применения
Сухопутная	Немультимедийные Речь, сообщения, низкоскоростные данные Мультимедийные Речь, низкоскоростные данные, асимметричные услуги, распределение	Управление активами, таксофоны, услуги телефонных аппаратов для засекреченной связи, электронная почта, факс, спутниковый сбор новостей, доступ в интернет, видеоконференцсвязь, ТВ
Морская	Немультимедийные Речь, сообщения, низкоскоростные данные Мультимедийные Речь, низкоскоростные данные, асимметричные услуги, распределение	Вызов экипажа/пассажиров, управление активами, электронная почта, факс, услуги безопасности, видеоконференцсвязь, доступ в интернет, ТВ, спутниковый сбор новостей
Воздушная	Немультимедийные Речь, сообщения, низкоскоростные данные Мультимедийные Речь, низкоскоростные данные, асимметричные услуги, распределение	Вызов пассажиров, электронная почта, доступ в интернет, спутниковый сбор новостей, видеоконференцсвязь, услуги радиосвязи, службы воздушного движения, распределение мультимедиа

## 2.4 Профили использования

Профили использования в таблице 6 основаны на данных Отчета МСЭ-Р М.2023 и разделены по видам услуг.

ТАБЛИЦА 6

### Уровни использования в месяц, взятые из Отчета МСЭ-Р М.2023

Вид услуги	Единицы	2005 г.	2010 г.	Примечания
Немультимедиа				
Речь	Минимум 16 кбит/с	73	71	
Низкоскоростные данные	кбайты	8 365	8 175	Примерно 70 мин./месяц на 16 кбит/с
Мультимедиа				
Речь	Минимум 8 кбит/с	20	26	
Низкоскоростные данные	кбайты	2 584	3 380	Примерно 25 мин./месяц на 16 кбит/с
Асимметричные услуги	кбайты	26 154	34 247	Примерно 35 мин./месяц на 104/144 кбит/с
Интерактивные услуги	Минимум 144 кбит/с	2	2	Низкий уровень из-за того, что только небольшая часть (10–20%) прогнозируемых пользователей будет применять эту услугу

Что касается распределения мультимедийных услуг (например, спутниковое подвижное ТВ), то число абонентов и профиль месячного использования на абонента напрямую не связаны с прогнозом трафика. Это обусловлено характерной особенностью таких услуг – будет распределяться один и тот же объем трафика, независимо от того, принимается ли он одним или множеством приемников/абонентов. Объем трафика распределения мультимедийных услуг определяется, исходя из коммерческих оценок пропускной способности канала и числа каналов, необходимых для предоставления этих услуг. Предполагается, что спрос на такие услуги, как спутниковое подвижное ТВ и средства массовой информации с богатым информационным наполнением, будет увеличиваться, занимая некоторую часть трафика систем наземной подвижной связи, поскольку спутниковые службы по своей природе больше, чем наземные службы подходят для предоставления программ в широких масштабах, предназначенных для больших аудиторий зрителей.

ТАБЛИЦА 7

### Прогноз трафика распределения спутниковых мультимедийных услуг (Мбайт/месяц)

Прогноз трафика распределения ММ/год	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Пропускная способность канала (кбит/с)	256	256	256	512	512	512	1 024	1 024	1 024	1 536	1 536
Число требуемых каналов на основе изучения пользовательского спроса	30	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40
Млн. Мбайт/месяц	2,5	2,5	2,5	5	5,8	5,8	11,6	11,6	13,2	19,9	19,9
Предполагаемое число каналов для сценария с низким трафиком	17	17	17	17	17	26	26	26	26	26	26
Млн. Мбайт/месяц для сценария с низким трафиком	1,4	1,4	1,4	2,8	2,8	4,3	8,6	8,6	8,6	12,9	12,9
Предполагаемое число каналов для сценария с интенсивным трафиком	26	26	26	26	26	35	35	35	35	35	35
Млн. Мбайт/месяц для сценария с интенсивным трафиком	2,2	2,2	2,2	4,3	4,3	5,8	11,6	11,6	11,6	17,4	17,4

В таблице 7 показан рассматриваемый прогноз трафика распределения мультимедийных услуг. Изучение пользовательского спроса привело к прогнозу в 30–40 каналов, как указано во втором ряду; этот прогноз нуждается в некоторой корректировке для учета разделения трафика между альтернативными поставщиками услуг посредством наземных сотовых, а также спутниковых сетей. Предполагается для сценария с низким трафиком использовать 17 каналов, а для сценария с интенсивным трафиком – 35 каналов, соответственно. Связанные с этими сценариями объемы трафика указаны в рядах 6 и 8 таблицы 7.

## 2.5 Пользовательский трафик для различных применений услуг

В этом разделе определяется пользовательский трафик для различных применений услуг по каждому из указанных видов услуг. Предполагается, что изменения между различными применениями услуг будут связаны с используемыми услугами, а не с профилем использования отдельных услуг. В таблице 8 показаны уровни использования в месяц для отдельных услуг вместе с годовыми поправочными коэффициентами для этих уровней использования.

ТАБЛИЦА 8

### Уровни использования для различных применений услуг

Сценарий с низким трафиком	Применения мультимедийных услуг					Применения немультимедийных услуг		
	Речь	Интер-активные услуги	Асимметричный трафик в прямом канале	Асимметричный трафик в обратном канале	Низкая скорость	Низкая скорость	Передача сообщений	Речь
Уровни использования в месяц на пользователя (мин. или Мбайты)	26,00	2,16	17,13	8,56	3,38	8,18	0,004	71,00
Годовой поправочный коэффициент для уровней использования	1,053	1,000	1,000	1,000	1,058	0,996	1,000	0,994

Сценарий с интенсивным трафиком	Применения мультимедийных услуг					Применения немультимедийных услуг		
	Речь	Интер-активные услуги	Асимметричный трафик в прямом канале	Асимметричный трафик в обратном канале	Низкая скорость	Низкая скорость	Передача сообщений	Речь
Уровни использования в месяц на пользователя (мин. или Мбайты)	26,00	2,16	25,69	18,24	3,38	8,18	0,004	71,00
Годовой поправочный коэффициент для уровней использования	1,053	1,000	1,050	1,050	1,058	0,996	1,000	0,994

В таблице 9 показано разделение трафика между мультимедийными (ММ) и немультимедийными услугами (non-ММ), как часть услуг, предоставляемых спутниковой составляющей ИМТ-2000 и последующих систем. Предполагается, что спрос на мультимедийные услуги будет продолжать расти, а на немультимедийные услуги – падать. Цифры для речевого мультимедийного трафика получены путем использования данных в Отчете МСЭ-R М.2023 на 2010 год и увеличения уровня использования приблизительно на 5% в год. Предполагается, что данные для мультимедийных интерактивных услуг останутся без изменения для сценария с низким трафиком и покажут увеличение на 5% в год для сценария с интенсивным трафиком.

ТАБЛИЦА 9

### Разделение трафика (%) между мультимедийными (ММ) и немультимедийными (non-ММ) спутниковыми услугами

Доля на рынке ММ и non-ММ спутниковых услуг (%)	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Процентная доля использования non-ММ	40	38	36	34	33	31	29	28	27	25	24
Процентная доля использования ММ	60	62	64	66	67	69	71	72	73	75	76

Цифры для асимметричного трафика мультимедийных услуг были взяты из данных Отчета МСЭ-Р М.2023 на 2010 год. Показатель ежемесячного использования в 34 Мбайт/месяц/абонент приблизительно эквивалентен значению 1 Мбайт/день/абонент, что является приемлемой оценкой для приложений типа интернет/электронная почта/передача файлов. Цифры для трафика с низкой скоростью передачи данных для мультимедийных услуг получены путем использования цифр в Отчете МСЭ-Р М.2023 на 2010 год и увеличения уровня использования на 5,8% в год.

В таблице 7 показаны цифры распределения мультимедийных услуг. Хотя в настоящее время не предложено никаких спутниковых служб для распределения мультимедийных услуг, предполагается, что эти службы начнут работу в 2010 году.

Цифры для трафика с низкой скоростью передачи данных были получены путем использования цифр в Отчете МСЭ-Р М.2023 на 2010 год и снижения уровня использования на 0,4% в год.

Предполагается, что все пользователи немультимедийных услуг передачи сообщений создают объем информации, равный 0,004 Мбайта сообщений в месяц. Эти данные основаны на цифре в 1 кбит сообщения, создаваемого каждым пользователем в день. При этом не учитывается, что размер сообщения будет меняться со временем. Следовательно, уровень использования для данной услуги останется неизменным. Цифры для речевого немультимедийного трафика получены путем использования данных в Отчете МСЭ-Р М.2023 на 2010 год и снижения уровня использования на 0,6% в год. Это соответствует общим тенденциям развития немультимедийных услуг по сравнению с мультимедийными услугами.

## 2.6 Прогноз объема трафика

В таблицах 10 и 11 показаны общие объемы трафика мультимедийных и немультимедийных речевых услуг и услуг передачи данных в месяц, соответственно. Эти цифры получены путем умножения приведенных в таблице 8 профилей использования на число абонентов, скорректированное согласно доле трафика, показанной в таблице 9, и годовыми коэффициентами прироста, показанными в таблице 8.

ТАБЛИЦА 10

### Общий трафик мультимедийных и немультимедийных речевых услуг в месяц

Речевой трафик (млн. мин./месяц) для сценария с низким трафиком	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Речевой ММ трафик	30,8	36,6	43,3	51,3	59,7	70,6	83,4	97,1	113,0	133,2	154,9
Речевой поп-ММ трафик	56,1	57,8	59,3	60,7	63,8	64,9	65,8	68,9	71,9	72,2	75,1

Речевой трафик (млн. мин./месяц) для сценария с интенсивным трафиком	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Речевой ММ трафик	36,9	45,8	56,7	70,2	85,5	105,8	130,6	159,0	193,5	238,7	290,4
Речевой поп-ММ трафик	67,2	72,3	77,6	83,1	91,4	97,3	103,1	112,8	123,2	129,3	140,7



ТАБЛИЦА 11

## Общий трафик мультимедийных и немультимедийных услуг передачи данных в месяц

Трафик передачи данных (млн. Мбайт/месяц) для сценария с низким трафиком	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Интерактивный ММ трафик	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,5	5,1	5,6	6,2	7,0	7,7
Асимметричный ММ трафик в прямом канале	20,3	22,9	25,7	28,9	32,0	35,9	40,3	44,5	49,2	55,1	60,9
Асимметричный ММ трафик в обратном канале	10,2	11,4	12,9	14,5	16,0	18,0	20,1	22,3	24,6	27,6	30,4
ММ трафик низкоскоростной передачи данных	4,0	4,8	5,7	6,8	7,9	9,4	11,2	13,0	15,3	18,1	21,1
Non-ММ трафик низкоскоростной передачи данных	6,5	6,7	6,9	7,0	7,4	7,6	7,7	8,0	8,4	8,5	8,8
Non-ММ трафик сообщений	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004

Трафик передачи данных (млн. Мбайт/месяц) для сценария с интенсивным трафиком	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Интерактивный ММ трафик	3,1	3,6	4,2	5,0	5,8	6,8	8,0	9,2	10,6	12,5	14,4
Асимметричный ММ трафик в прямом канале	36,5	45,1	55,7	68,8	83,6	103,0	126,9	154,0	186,9	229,9	278,8
Асимметричный ММ трафик в обратном канале	25,9	32,0	39,6	48,8	59,3	73,1	90,1	109,3	132,7	163,2	198,0
ММ трафик низкоскоростной передачи данных	4,8	6,0	7,4	9,3	11,3	14,1	17,5	21,4	26,1	32,4	39,6
Non-ММ трафик низкоскоростной передачи данных	7,7	8,3	9,0	9,6	10,6	11,3	12,0	13,2	14,4	15,2	16,5
Non-ММ трафик сообщений	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008

### 3 Оценка потребностей в спектре

#### 3.1 Методология

В Рекомендации МСЭ-R М.1391 определяются следующие уравнения для расчета потребностей в спектре для систем ИМТ-2000 с мультимедийным и немультимедийным трафиком.

##### 3.1.1 Мультимедийный трафик

Основное уравнение для расчета потребностей в спектре,  $S$  (МГц), для мультимедийных услуг определяется как:

$$S = N_{beams} \cdot B \cdot \left\lceil \frac{T_{BH} \cdot 8\,000}{3\,600 \cdot eff \cdot R} \right\rceil, \quad (1)$$

где:

$N_{beams}$ : число лучей в кластере повторного использования частот;

$T_{BH}$ : период наибольшей нагрузки для одного луча (Мбайт);

$B$ : ширина полосы несущего канала (МГц);

$eff$ : коэффициент полезного действия для учета средней нагрузки каждого канала связи;

$R$ : средняя эффективная скорость передачи данных в канале связи (кбит/с).

Символы  $\lceil \rceil$  означают округление до следующего большего целого числа. Это необходимо для получения целого числа каналов связи. Обычно прогнозы трафика составляются для ряда категорий трафика, основанных на разных типах окружающей среды (таких как воздушная, сухопутная и

морская) и различных условиях приема услуг (например, мобильные, переносные и автомобильные терминалы). Трафик в период наибольшей нагрузки,  $T_{BH}$ , вычисляется путем сложения требуемого трафика для всех этих категорий (см. уравнение (2a)). Поскольку прогноз трафика указывается либо в Мбайт/месяц (для трафика передачи данных), либо в мин/месяц (например, для речевого трафика), необходимо преобразование этих цифр прогноза в Мбайты в период наибольшей нагрузки. Эта процедура выполняется при помощи следующих уравнений:

$$T_{BH} = \sum_i T_i, \quad (2a)$$

$$T_i = \frac{T_{Mi} \cdot P_{BHi} \cdot P_{HSi} \cdot H_i}{MD_i \cdot N_{beams}}, \quad (2b)$$

$$T_i = \frac{T_{Mi} \cdot 60 \cdot R_{VC} \cdot P_{BHi} \cdot P_{HSi} \cdot H_i}{8\,000 \cdot MD_i \cdot N_{beams}}, \quad (2c)$$

где:

- $T_{Mi}$ : прогнозируемый глобальный трафик в месяц для трафика категории  $i$ ; если он указывается в Мбайтах, то используется уравнение (2b); если он указывается в минутах, то используется уравнение (2c);
- $R_{VC}$ : скорость кодирования (кбит/с);
- $P_{BHi}$ : часть суточного трафика, которая приходится на период наибольшей нагрузки для трафика категории  $i$ ;
- $P_{HSi}$ : часть глобального трафика, которая приходится на кластер "горячей точки" для трафика категории  $i$ ;
- $H_i$ : коэффициент смещения периода наибольшей нагрузки (между 0 и 1) для трафика категории  $i$  (см. § 5.2.3);
- $MD_i$ : коэффициент преобразования от месяца ко дню для трафика категории  $i$ ;
- $N_{beams}$ : число лучей в кластере повторного использования частот.

Можно отметить, что эти уравнения предполагают равномерное распределение лучей в кластере "горячей точки". Данное условие является упрощением, которое может привести к некоторой недооценке потребностей в спектре.

### 3.1.1.1 Применение для широковещательного/многоадресного трафика

Широковещательный/многоадресный трафик представляет собой частный случай мультимедийного трафика. Необходимо сделать некоторые допущения:

В уравнении (1):

- $eff$ : равно 1 в этом случае, поскольку широковещательный/многоадресный трафик является полностью загруженным трафиком;
- $T_{BH}$ :  $T$  является прогнозируемым многоадресным трафиком (Мбайты) для предоставления услуг в зоне действия луча, поскольку понятие периода наибольшей нагрузки не относится к широковещательному/многоадресному трафику.

Поэтому может быть выведена следующая формула:

$$S = N_{beams} \cdot B \cdot \left[ \frac{T \cdot 8\,000}{3\,600 \cdot R} \right], \quad (3)$$

В уравнении (2b):

- $T_M$ : прогнозируемый глобальный трафик в месяц, указанный в Мбайтах;
- $P_{BH}$ : часть суточного трафика, которая приходится на период наибольшей нагрузки (как правило,  $P_{BH} = 1/24$ );
- $P_{HS}$ : равно 1 в этом случае, поскольку трафик не зависит от географического местоположения пользователя;
- $H$ : равно 1, поскольку трафик будет равномерно распределен по времени и понятие периода наибольшей нагрузки не относится к широкополосному трафику;
- $MD$ : коэффициент преобразования от месяца ко дню (обычно,  $MD = 30$  для многоадресного трафика);
- $N_{beams}$ : число лучей в кластере повторного использования частот.

И, наконец, можно вывести следующую формулу:

$$T = \frac{T_M \cdot P_{BH}}{MD \cdot N_{beams}}, \quad (4)$$

### 3.1.2 Немультимедийный трафик

Как описано в разделе 2.3.1, рассматриваются три категории немультимедийного трафика: трафики низкоскоростной передачи данных, сообщений и речи (телефония), каждый из которых, как предполагается, будет передаваться в отдельных типах каналов связи. Эти три категории трафиков обозначаются индексом  $i$  в следующих уравнениях.

В отношении немультимедийного (с коммутацией каналов) трафика используется формула Erlang-B для перевода трафика в период наибольшей нагрузки (в Эрлангах) в требуемое число каналов, т. е.:

$$S_i = N_{beams} \cdot ErlangB(T_{Erl,i}, GoS_i) \cdot B_i, \quad (5)$$

где:

- $N_{beams}$ : число лучей в кластере повторного использования частот;
- $T_{Erl,i}$ : трафик в период наибольшей нагрузки в одном луче (в Эрлангах) для трафика категории  $i$ ;
- $GoS_i$ : категория услуги (вероятность блокирования) для трафика категории  $i$ ;
- $B_i$ : ширина полосы канала (МГц) для трафика категории  $i$ .

$$T_{Erl,i} = \frac{T_{M,i} \cdot H_i \cdot P_{HS,i} \cdot P_{BH,i} \cdot 8\,000}{N_{beams} \cdot MD_i \cdot R_i \cdot 60 \cdot 60}, \quad (6a)$$

$$T_{Erl,i} = \frac{T_{M,i} \cdot H_i \cdot P_{HS,i} \cdot P_{BH,i}}{N_{beams} \cdot MD_i \cdot 60}, \quad (6b)$$

где:

- $T_{M,i}$ : прогнозируемый глобальный трафик в месяц для трафика категории  $i$ ; если он указывается в Мбайтах, то используется уравнение (6a), если он указывается в минутах, то используется уравнение (6b);
- $H_i$ : коэффициент смещения периода наибольшей нагрузки (между 0 и 1) для трафика категории  $i$  (см. § 5.2.3);
- $P_{BH,i}$ : часть суточного трафика, которая приходится на период наибольшей нагрузки для трафика категории  $i$ ;
- $P_{HS,i}$ : часть глобального трафика, которая приходится на кластер "горячей точки" для трафика категории  $i$ ;
- $MD_i$ : коэффициент преобразования от месяца ко дню для трафика категории  $i$ ;

$N_{beams}$ : число лучей в кластере повторного использования частот;

$R_i$ : скорость передачи данных в канале связи для трафика категории  $i$ .

Общие потребности в спектре для немультимедийного трафика далее определяются путем сложения потребностей для трафиков трех категорий, т. е.:

$$S = \sum S_i . \quad (7)$$

### 3.1.3 Дополнительные замечания относительно определения трафика в период наибольшей нагрузки

В данной методологии предполагается, что потребности в трафике указываются в Мбайт/месяц или мин./месяц. Для определения трафика в период наибольшей нагрузки используются коэффициенты преобразования от месяца ко дню и ото дня к периоду наибольшей нагрузки. Эти коэффициенты определяются на основе статистики трафика или ожидаемых характеристик трафика и соображений по качеству обслуживания, таких как допустимая задержка при предоставлении различных услуг.

В случае немультимедийного трафика, поскольку существуют трафики трех разных категорий, период наибольшей нагрузки трафика каждой категории может приходиться на одно и то же время. Потребности в спектре должны рассчитываться в общий период наибольшей нагрузки. Коэффициент смещения периода наибольшей нагрузки,  $H$ , преобразует трафик в период наибольшей нагрузки по каждой категории трафика в трафик для общего периода наибольшей нагрузки.

### 3.2 Входные параметры

В таблице 12 показаны глобальные параметры и допущения, используемые для расчета потребностей в спектре. На основе актуальных разработок за прошедшее десятилетие, а также разработок в соответствии с текущей научно-исследовательской деятельностью, предполагается, что процентная доля трафика в "горячей точке" будет постепенно уменьшаться в период с 2010 по 2020 год, для того чтобы учесть продолжающееся внедрение спутниковых систем с большим числом лучей.

ТАБЛИЦА 12

#### Глобальные параметры и допущения для расчета потребностей в спектре

	Мультимедийные приложения						Немультимедийные приложения		
	Речь	Интер-активные	Асимметричные в прямом канале	Асимметричные в обратном канале	Низкоскоростные	Распределение	Низкоскоростные	Сообщения	Речь
Число систем ПСС, разделяющих трафик	2						3		
Часть суточного трафика в период наибольшей нагрузки, $P_{вн}$	0,1				0,042		0,1		
Коэффициент преобразования месяц-день, $M_{di}$	25				30		25		
Коэффициент смещения периода наибольшей нагрузки, $H$	0,9				1		0,9		
Число лучей в кластере повторного использования частот, $N_{beams}$	7				3		7		
Скорость кодирования, $R_{vc}$ (кбит/с)	4								
Скорость передачи данных в канале, $R$ (кбит/с)							6	1	
Категория услуги (1-вероятность блокирования), $GS$							0,01		
Ширина полосы канала связи, $B$ (МГц)	0,2				5		0,01	0,005	0,01
К.п.д. ( $eff$ )	0,9				1				
Средняя эффективная скорость передачи данных, $R$ (кбит/с)	200				2 300		74		
Показатель издержек на сигнализацию (%)	5,0				0,0			10,0	

ТАБЛИЦА 12 (окончание)

Сценарий с низким трафиком	Мультимедийные приложения			Немультимедийные приложения
Часть глобального трафика в кластере "горячей точки", $P_{HSI}$ (%)	15,0–12,0			100
Потери асимметричного ММ трафика в "горячих точках" (%)	50			
Обратный асимметричный ММ трафик относительно прямого (%)		50		
<b>Сценарий с интенсивным трафиком</b>				
Сценарий с интенсивным трафиком	Мультимедийные приложения			Немультимедийные приложения
Часть глобального трафика в кластере "горячей точки", $P_{HSI}$ (%)	13,0–6,0			100
Потери асимметричного ММ трафика в "горячих точках" (%)	25			
Обратный асимметричный ММ трафик относительно прямого (%)		71		

Ширина полосы канала 10 кГц для немультимедийных речевых услуг и 5 кГц для немультимедийных услуг передачи сообщений соответствует значениям, используемым в существующих ПСС системах. Ширина полосы канала 200 кГц и эффективная скорость передачи данных пользователя 200 кбит/с, предполагаемые для мультимедийных систем, соответствуют комбинации разных типов терминалов, разрабатываемых в настоящее время для таких систем. Скорости 6 кбит/с и 1 кбит/с в канале для низкоскоростной передачи данных и сообщений немультимедийных услуг соответствуют значениям в системах, которые ныне находятся в эксплуатации. Для мультимедийных систем допускается скорость кодирования речи 4 кбит/с, которая ниже широко применяемой на сегодняшний день скорости.

Хотя в настоящее время в эксплуатации нет спутниковых систем распределения мультимедийных услуг, ожидается, что в такой системе будет использоваться стандарт IMT-2000 (ортогональное частотное уплотнение с квадратурной частотной манипуляцией – OFDM QPSK) с шириной полосы канала 5 МГц, обеспечивающий скорость передачи 2,3 Мбит/с на канал. Коэффициент преобразования от месяца ко дню, равный 30 для систем распределения мультимедийных услуг и 25 для остальных мультимедийных и немультимедийных услуг, берется из Рекомендации МСЭ-R М.1391.

Для систем распределения мультимедийных услуг допускается размер 3 кластера повторного использования частот, а для остальных мультимедийных и немультимедийных услуг – размер 7. Коэффициент 3 соответствует большему числу лучей, которые предполагается использовать для распределения мультимедийных услуг. Коэффициент 7 согласуется с типичным размером кластера повторного использования частот, применяемым системами ПСС. Обслуживание рынка планируется несколькими операторами спутниковой связи, которые внесут определенный вклад в плане неэффективного использования спектра. Расчеты, приведенные в настоящем отчете, предполагают, что с 2010 года в эксплуатации будут две мультимедийные и три немультимедийные спутниковые системы. Сделано допущение о сокращении трафика в "горячей точке" на 25–50% для асимметричных мультимедийных услуг в целях учета того факта, что наземные сети могут предоставлять желаемые услуги более эффективно с экономической точки зрения.

Более низкий трафик в обратном канале допускается для асимметричных мультимедийных услуг, которые будут типичны для некоторых приложений, таких как доступ в интернет, передачи файлов (отправка и скачивание), доступ к базе данных, электронная почта (прием и передача) и т. д. Считается, что эффективность канала с пакетной коммутацией будет равна 90% (т. е. каналы с пакетной коммутацией будут загружены в среднем на 90%); такие показатели характерны для весьма эффективной системы. Предполагается, что процентная доля суточного (дневного) трафика в период наибольшей нагрузки составит 10% для всех систем, за исключением распределения мультимедийных услуг, и 4,2% (т. е. это не период наибольшей нагрузки) для распределения мультимедийных услуг. Для услуг с коммутацией каналов принимается градация обслуживания 1%. Эта цифра согласуется со значением, используемым сегодня многими операторами. Допускаются

непроизводительные затраты спектра в 10% на трафик сигнализации и канала управления, необходимый для поддержки немультимедийного трафика. Это соответствует значениям, используемым в действующих системах ПСС. Ожидается, что мультимедийные системы будут более эффективны и потребуют меньших затрат спектра на цели сигнализации. Поэтому для мультимедийных спутниковых систем допускаются непроизводительные затраты спектра в 5%. Для распределения мультимедийных услуг никаких непроизводительных затрат спектра не требуется.

### 3.3 Результаты

На рис. 2 показаны общие потребности в спектре для спутниковой составляющей ИМТ-2000 и последующих систем в период с 2010 по 2020 год для сценария с низким трафиком. В таблице 13 приведены подробные результаты для различных видов трафика. На рис. 3 показаны общие потребности в спектре для спутниковой составляющей ИМТ-2000 и последующих систем в период с 2010 по 2020 год для сценария с интенсивным трафиком, а в таблице 14 приведены соответствующие подробные результаты для различных видов трафика.

Как можно видеть, потребности в спектре для немультимедийных услуг остаются примерно постоянными, тогда как возрастающий спрос на мультимедийные услуги приводит к увеличению потребностей в спектре. Основной вклад в уровень потребностей в спектре вносят мультимедийные асимметричные услуги (т. е. такие приложения, как электронная почта, интернет, интранет, скачивание файлов) и распределение мультимедийных услуг (которые представляют собой услуги с богатым информационным наполнением, требующие очень широких полос частот). Вклад в уровень потребностей в спектре от остальных мультимедийных и немультимедийных услуг сохраняется примерно на постоянном и относительно небольшом уровне.

РИСУНОК 2

#### Общие потребности в спектре для сценария с низким трафиком

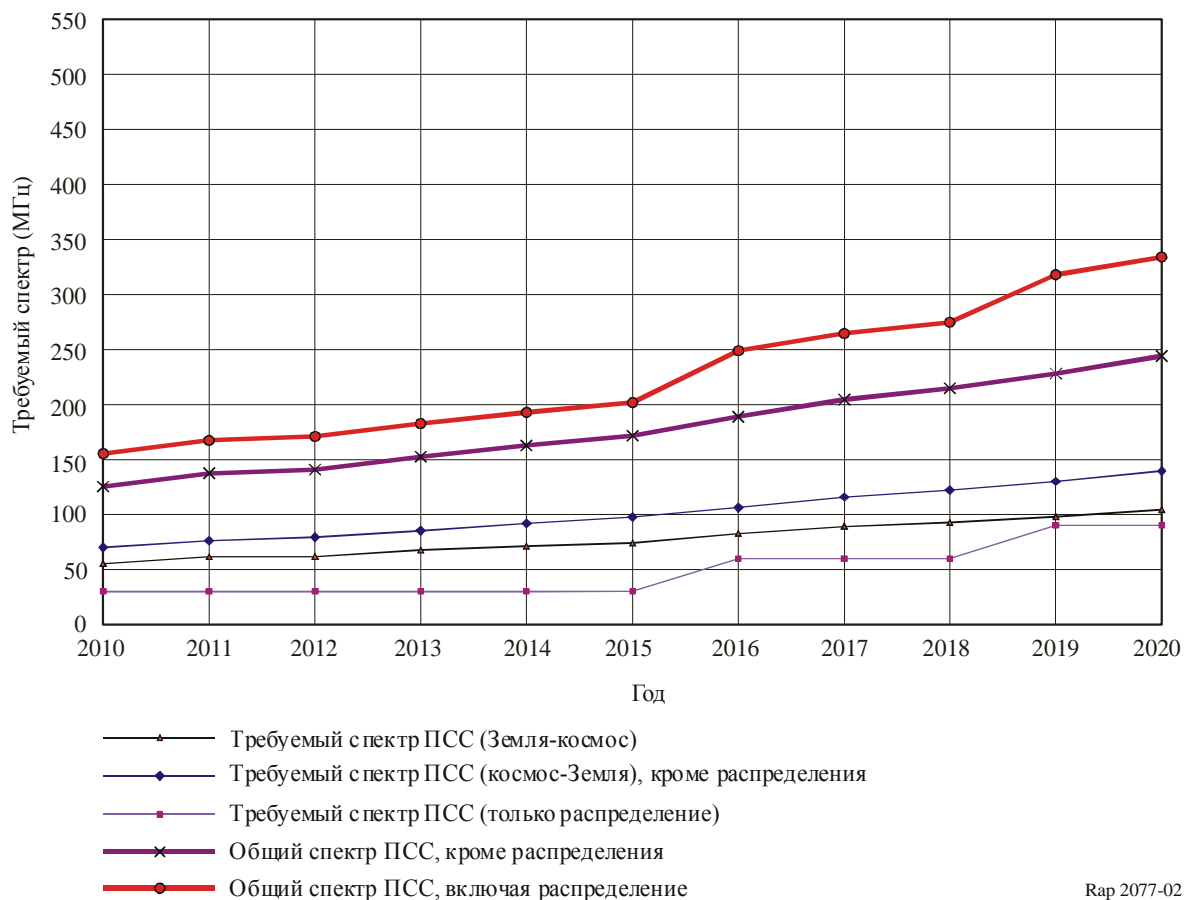


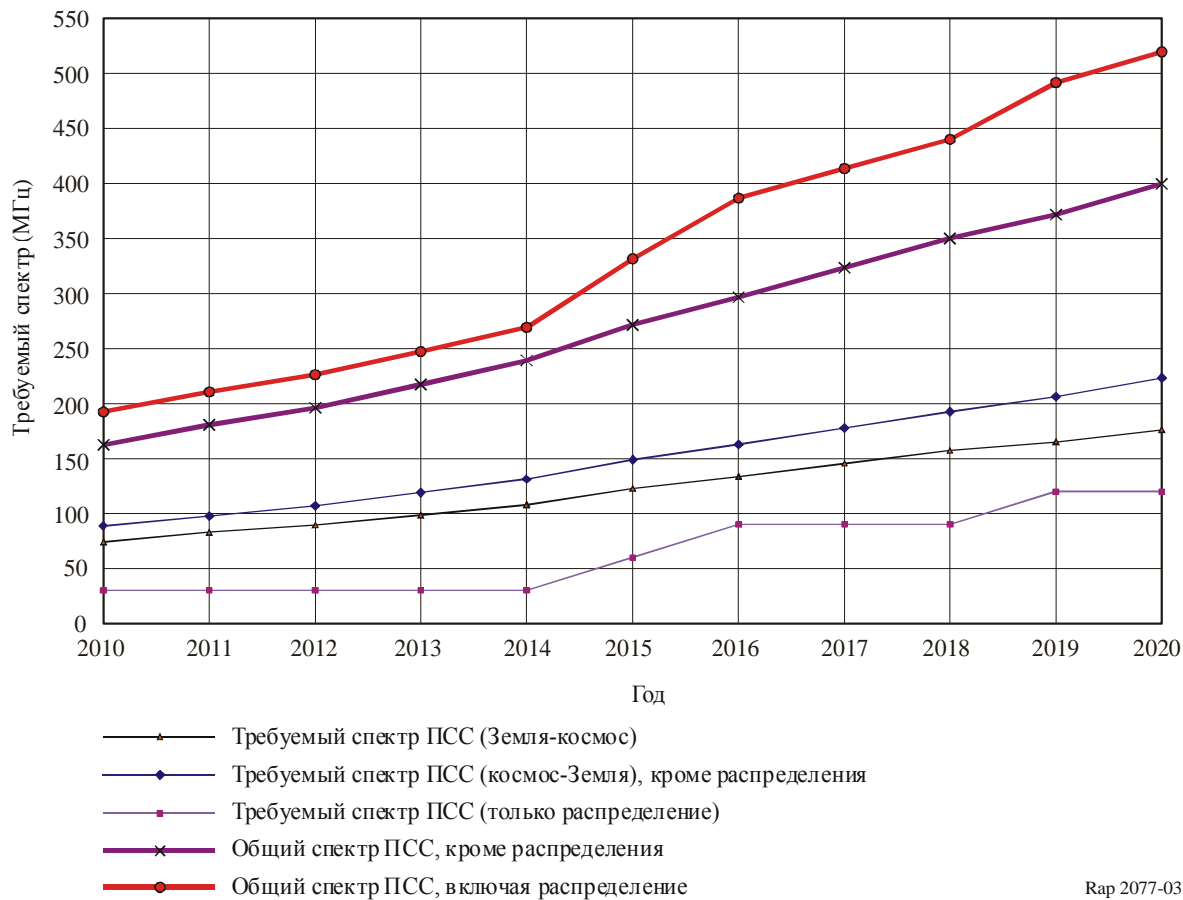
ТАБЛИЦА 13

**Подробные данные о потребностях в спектре для сценария с низким трафиком**

<b>Общий объем требуемого спектра (МГц)</b>	<b>2010 г.</b>	<b>2011 г.</b>	<b>2012 г.</b>	<b>2013 г.</b>	<b>2014 г.</b>	<b>2015 г.</b>	<b>2016 г.</b>	<b>2017 г.</b>	<b>2018 г.</b>	<b>2019 г.</b>	<b>2020 г.</b>
Речевой ММ трафик	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
Интерактивный ММ трафик	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8
Асимметричный ММ трафик в прямом канале	29,4	32,3	35,3	38,2	44,1	47,0	50,0	55,9	58,8	64,7	70,6
Асимметричный ММ трафик в обратном канале	14,7	17,6	17,6	20,6	23,5	23,5	26,5	29,4	29,4	32,3	35,3
ММ трафик низкоскоростной передачи данных	5,9	8,8	8,8	11,8	11,8	14,7	14,7	17,6	20,6	23,5	26,5
Трафик распределения ММ	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	60,0	60,0	60,0	90,0	90,0
Non-ММ трафик низкоскоростной передачи данных	17,6	17,8	18,0	18,0	18,5	18,5	18,2	18,7	19,2	18,7	19,2
Non-ММ трафик сообщений	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Речевой non-ММ трафик	8,1	8,1	8,1	8,1	8,3	8,3	8,3	8,3	8,5	8,3	8,5
Общий спектр ММ (космос-Земля, без распределения)	44,1	50,0	52,9	58,8	64,7	70,6	79,4	88,2	94,1	102,9	111,7
Общий спектр ММ (Земля-космос)	29,4	35,3	35,3	41,2	44,1	47,0	55,9	61,7	64,7	70,6	76,4
Общий спектр non-ММ (космос-Земля и Земля-космос)	26,0	26,2	26,4	26,4	27,1	27,1	26,9	27,4	28,1	27,4	28,1
Общий спектр в прямом направлении (космос-Земля, без распределения)	70,1	76,2	79,4	85,2	91,8	97,7	106,3	115,6	122,1	130,3	139,8
Общий спектр в обратном направлении (Земля-космос)	55,4	61,5	61,7	67,6	71,2	74,2	82,8	89,1	92,7	97,9	104,5
Итого, общий спектр без распределения	125,5	137,7	141,1	152,9	163,1	171,9	189,1	204,7	214,9	228,2	244,3
Итого, общий спектр с распределением	155,5	167,7	171,1	182,9	193,1	201,9	249,1	264,7	274,9	318,2	334,3

РИСУНОК 3

## Общие потребности в спектре для сценария с интенсивным трафиком



Rap 2077-03

ТАБЛИЦА 14

## Подробные данные о потребностях в спектре для сценария с интенсивным трафиком

Общий объем требуемого спектра (МГц)	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Речевой ММ трафик	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
Интерактивный ММ трафик	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8
Асимметричный ММ трафик в прямом канале	47,0	52,9	61,7	70,6	82,3	94,1	105,8	117,6	129,4	144,1	158,8
Асимметричный ММ трафик в обратном канале	32,3	38,2	44,1	50,0	58,8	67,6	76,4	85,3	94,1	102,9	111,7
ММ трафик низкоскоростной передачи данных	5,9	8,8	8,8	11,8	11,8	14,7	14,7	17,6	20,6	20,6	23,5
Трафик распределения ММ	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	60,0	90,0	90,0	90,0	120,0	120,0
Non-ММ трафик низкоскоростной передачи данных	18,2	18,5	18,7	18,9	19,4	19,4	18,9	19,2	19,2	18,5	18,0
Non-ММ трафик сообщений	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Речевой non-ММ трафик	8,3	8,3	8,5	8,5	8,8	8,8	8,5	8,5	8,5	8,3	8,1
Общий спектр ММ (космос-Земля, без распределения)	61,7	70,6	79,4	91,1	102,9	120,5	135,2	149,9	164,6	179,3	197,0
Общий спектр ММ (Земля-космос)	47,0	55,9	61,7	70,6	79,4	94,1	105,8	117,6	129,4	138,2	149,9



ТАБЛИЦА 14 (окончание)

Общий объем требуемого спектра (МГц)	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Общий спектр поп-ММ (космос-Земля и Земля-космос)	26,9	27,1	27,6	27,8	28,5	28,5	27,8	28,1	28,1	27,1	26,4
Общий спектр в прямом направлении (космос-Земля, без распределения)	88,7	97,7	107,0	119,0	131,4	149,1	163,1	178,0	192,7	206,5	223,4
Общий спектр в обратном направлении (Земля-космос)	74,0	83,0	89,3	98,4	107,9	122,6	133,7	145,7	157,4	165,3	176,4
Итого, общий спектр без распределения	162,6	180,7	196,3	217,4	239,3	271,7	296,8	323,7	350,1	371,8	399,8
Итого, общий спектр с распределением	192,6	210,7	226,3	247,4	269,3	331,7	386,8	413,7	440,1	491,8	519,8

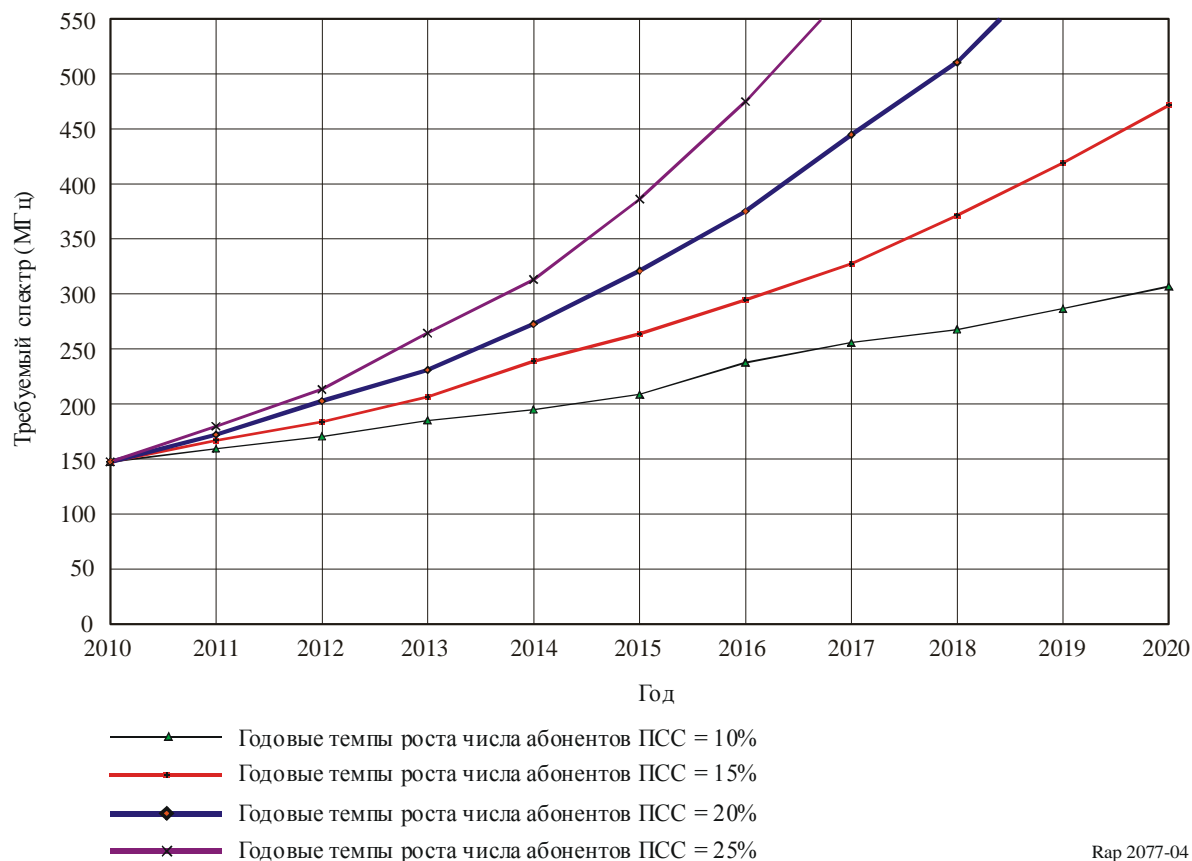
#### 4 Анализ чувствительности

Для изучения чувствительности или восприимчивости уровня потребностей в спектре к ряду параметров, эти параметры были изменены относительно номинального умеренного сценария, который является чем-то средним между сценариями с низким трафиком и интенсивным трафиком.

На рис. 4 показано влияние числа абонентов. Можно сделать вывод, что годовые темпы роста абонентов ПСС являются движущим фактором в плане повышения объема требуемого спектра.

РИСУНОК 4

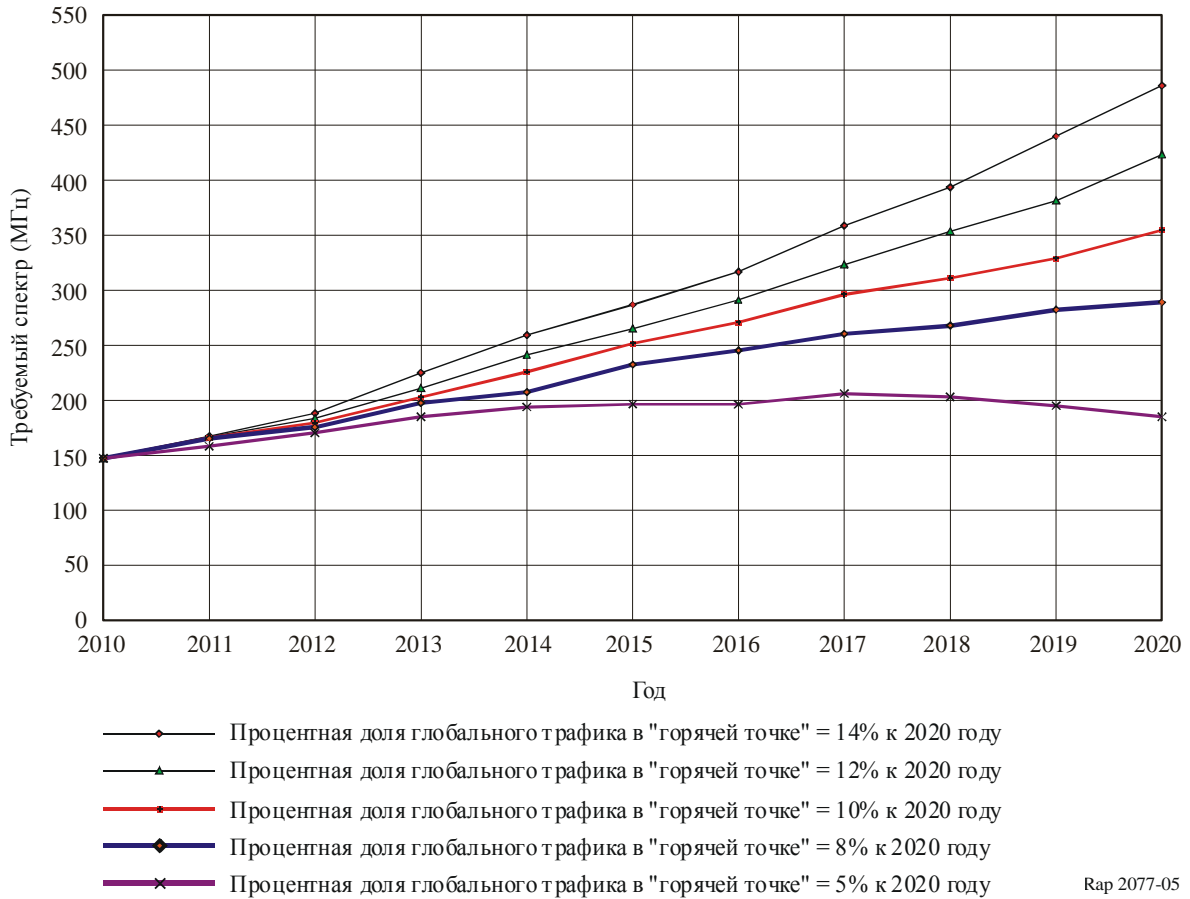
Анализ чувствительности в отношении числа абонентов ПСС



На рис. 5 показано влияние процентной доли глобального трафика в кластере для наихудшего случая. Данный показатель также сильно влияет на потребности ПСС в спектре. В определенной степени это компенсирующий фактор между возрастающим числом абонентов и процентной долей трафика в "горячих точках", поскольку быстро растущий рынок ПСС будет служить побуждающим стимулом разработки новых спутников ПСС с более узконаправленными антеннами.

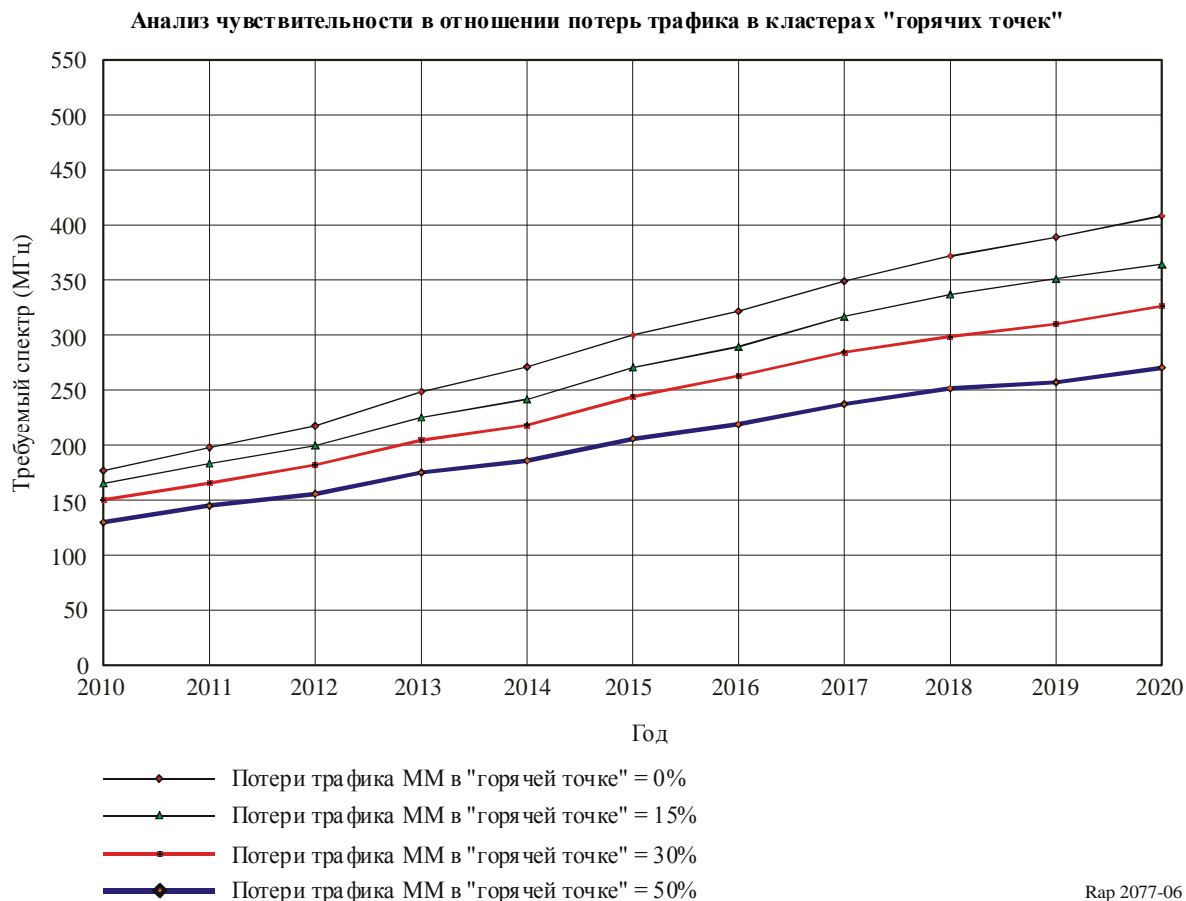
РИСУНОК 5

Анализ чувствительности в отношении процентной доли глобального трафика в кластере "горячей точки"



На рис. 6 показано влияние потерь трафика в "горячих точках" вследствие разделения трафика с наземными службами. Это влияние не столь велико, но оно может принести пользу поставщикам услуг ПСС, поскольку трафик будет более равномерно распределен по другим лучам, так что при той же емкости системы можно будет фактически обслужить большее число абонентов ПСС для заданной ширины полосы. Этот фактор не должен реально повлиять на число абонентов, так как он может привести лишь к снижению уровня использования терминалов ПСС в "горячих точках".

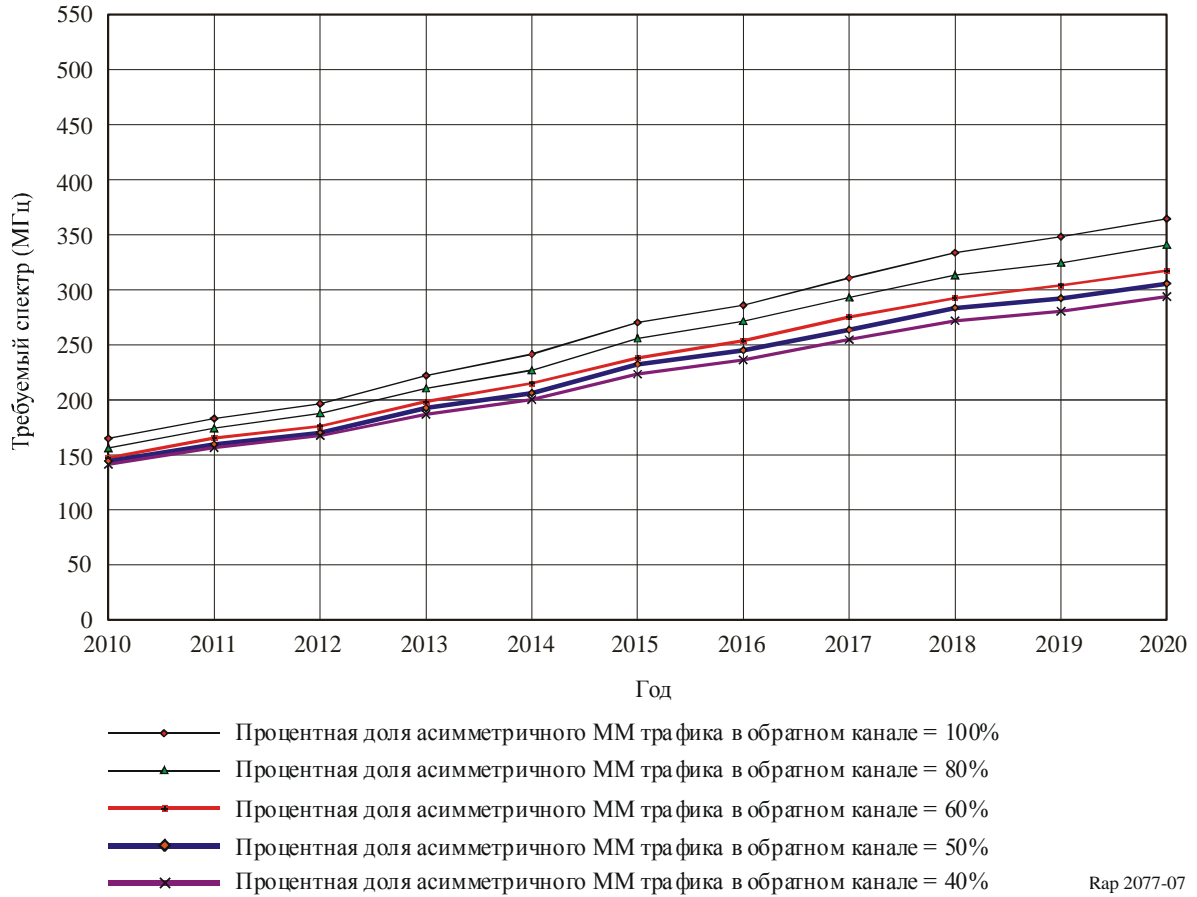
РИСУНОК 6



На рис. 7 показано, что влияние отношения асимметричных мультимедийных услуг, предоставляемых в обратном канале и в прямом канале, незначительно.

РИСУНОК 7

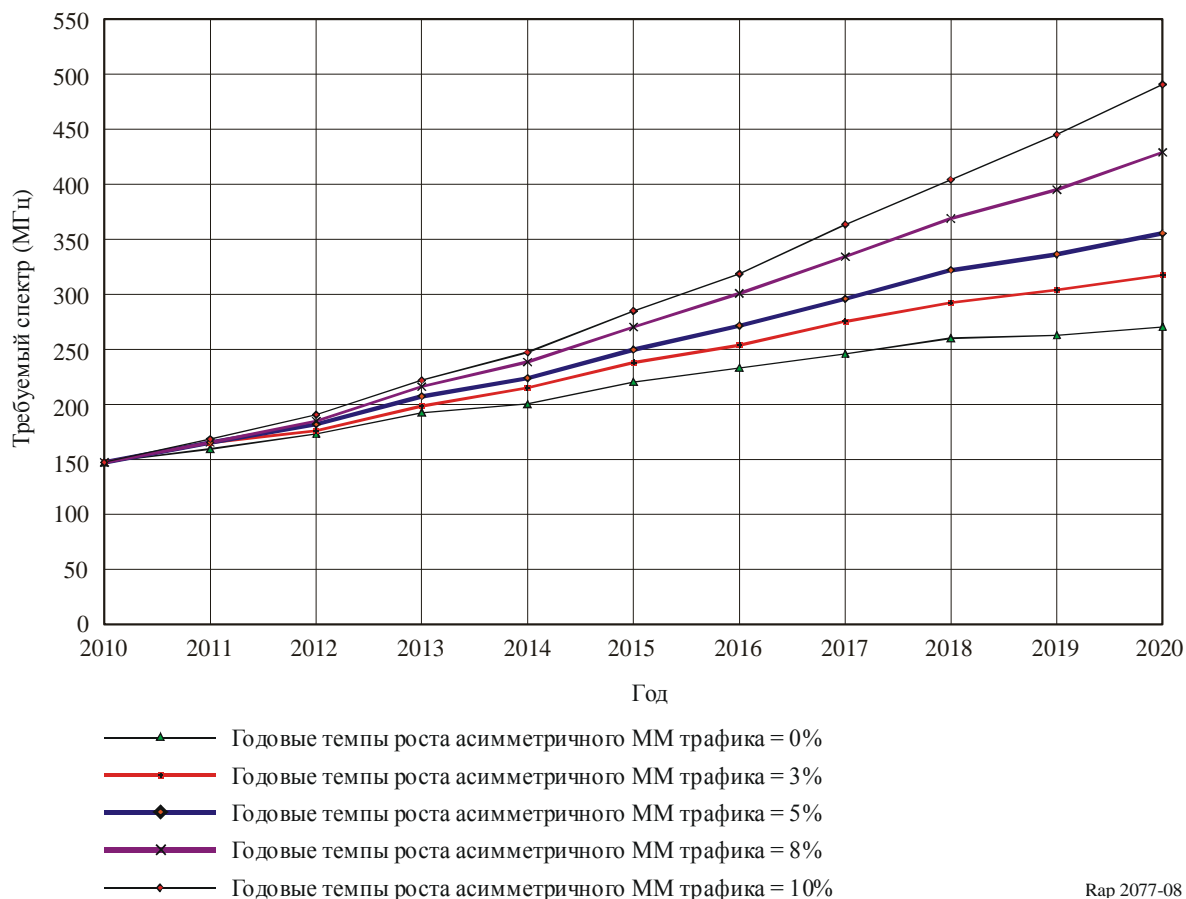
Анализ чувствительности в отношении процентной доли асимметричного мультимедийного трафика



На рис. 8 показано влияние годовых темпов роста асимметричных мультимедийных услуг, которые могли бы быть реальным движущим фактором, если бы мультимедийные услуги ПСС стали более доступными благодаря новым усовершенствованным системам большой мощности/узконаправленными многолучевыми антеннами.

РИСУНОК 8

Анализ чувствительности в отношении годовых темпов роста асимметричных мультимедийных услуг



Rap 2077-08

## 5 Базовая информация согласно Регламенту радиосвязи

В таблице 15 перечислены распределения подвижной спутниковой службе (ПСС) в Регламенте радиосвязи, которые в общей сложности составляют  $2 \times 121,5$  МГц. Однако в некоторых регионах полосы 2500–2535 МГц и 2655–2690 МГц или их части недоступны, в результате остается только спектр шириной около  $2 \times 86,5$  МГц. Доступность спектра ПСС по всему миру является практически необходимым условием для внедрения спутниковых приложений ИМТ-2000 и последующих систем.

ТАБЛИЦА 15

## Существующие распределения спектра ПСС в диапазоне 1–5 ГГц

Полосы на линии вверх (МГц)	Полосы на линии вниз (МГц)	Ширина полосы (МГц)
1 626,5–1 645,5, 1 646,5–1 660,5	1 525–1 544, 1 545–1 559	2 × 33
1 610–1 626,5	2 483,5–2 500	2 × 16,5
1 668–1 675	1 518–1 525	2 × 7
1 980–2 010	2 170–2 200	2 × 30
2 670–2 690	2 500–2 520	2 × 20
2 655–2 670	2 520–2 535	2 × 15
<b>Общий распределенный спектр</b>		<b>2 × 121,5</b>

## 6 Резюме и выводы

Прогнозы трафика и ожидаемые потребности в спектре для спутниковой составляющей ИМТ-2000 и последующих систем представлены на период с 2010 по 2020 год. В таблице 16 показаны общие потребности для пессимистического и оптимистического сценариев, полученные на основе консервативного прогноза числа абонентов для спутниковой составляющей ИМТ-2000 и последующих систем на период с 2010 по 2020 год и применения методологии расчета спектра по Рекомендации МСЭ-R М.1391 для систем ИМТ-2000. Основная причина диспропорции между направлениями Земля-космос и космос-Земля обусловлена применениями по распределению услуг и асимметричными мультимедийными услугами, которые показывают более высокие потребности в спектре на линиях связи космос-Земля.

Сценарий с предполагаемым низким трафиком базируется на темпах роста числа абонентов ПСС в 9% в год, начиная с известного показателя в 1,4 млн. абонентов ПСС на начало 2006 года. Поэтому стимулы для новых инвестиций, результатом которых будет продолжающееся внедрение высокоэффективных многолучевых антенных систем с более чем 200 лучами, будут довольно слабыми, и, следовательно, не произойдет существенного снижения процентной доли трафика в "горячих точках". Дополнительными предположениями являются потери асимметричного мультимедийного трафика в "горячих точках", равные примерно 50%, отсутствие роста асимметричных мультимедийных услуг и объем асимметричного мультимедийного трафика в обратном канале, составляющий 50% от трафика в прямом направлении. Распределение услуг будет осуществляться при помощи 17 каналов данных для оптимизации использования предполагаемой доступной ширины полосы в 30 МГц к 2010 году и при помощи 26 каналов после 2015 года.

Сценарий с предполагаемым интенсивным трафиком базируется на темпах роста числа абонентов ПСС в 14% в год. Убедительные стимулы для инвестиций в новые технологии ПСС приведут в результате к внедрению высокоэффективных многолучевых антенных систем с большим количеством рефлекторов и примерно с 600 лучами; эти системы будут вводиться постепенно до 2020 года. Дополнительными предположениями являются потери асимметричного мультимедийного трафика в "горячих точках", равные примерно 25%, годовой 5%-ный рост асимметричных мультимедийных услуг и объем асимметричного мультимедийного трафика в обратном канале, составляющий 71% от трафика в прямом направлении. Распределение услуг будет осуществляться при помощи 26 каналов данных вплоть до 2015 года и 35 каналов данных в последующий период.

Применения, связанные с распределением услуг, должны учитывать максимальное увеличение числа каналов, выделяемых абоненту в зависимости от общей доступной ширины полосы частот, полосы пропускания канала, качества канала, количества точечных лучей антенны и спутниковых систем.

В отличие от немультимедийных приложений, трафик приложений, относящихся к мультимедийным спутниковым услугам, будет и далее быстро расти.

Основной вклад в уровень потребностей в спектре вносят приложения, связанные с распределением мультимедийных услуг и с асимметричными услугами.

Обеспечение поддержки для конкретной степени подвижности при заданной ширине полосы возможно только до определенной рабочей частоты из-за явления быстрых замираний, и поэтому для условий высокой подвижности подходящими рабочими частотами будут частоты до 6 ГГц.

ТАБЛИЦА 16

**Потребности в спектре для сценариев с низким и интенсивным трафиком**

Требуемый спектр (МГц)	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
<b>Сценарий с низким трафиком</b>											
Спектр в направлении Земля-космос	55	61	62	68	71	74	83	89	93	98	105
Спектр в направлении космос-Земля, кроме распределения	70	76	79	85	92	98	106	116	122	130	140
Общий спектр без распределения	125	137	141	153	163	172	189	205	215	228	245
Спектр для распределения ММ услуг	30	30	30	30	30	30	60	60	60	90	90
Итого, общий спектр, включая распределение	155	167	171	183	193	202	249	265	275	318	335
<b>Сценарий с интенсивным трафиком</b>											
Спектр в направлении Земля-космос	74	83	89	98	108	123	134	146	157	165	176
Спектр в направлении космос-Земля, кроме распределения	89	98	107	119	131	149	163	178	193	206	223
Общий спектр без распределения	163	181	196	217	239	272	297	324	350	371	399
Спектр для распределения ММ услуг	30	30	30	30	30	60	90	90	90	120	120
Итого, общий спектр, включая распределение	193	211	226	247	269	332	387	414	440	491	519

Для изучения чувствительности уровня потребностей в спектре к некоторым параметрам, эти параметры были изменены относительно номинального сценария. Результаты анализа показали, что цифры годовых темпов роста числа абонентов ПСС и процентной доли глобального трафика в кластерах для наихудшего случая являются движущим фактором для повышения объема требуемого спектра. В определенной степени это компенсирующий фактор между возрастающим числом абонентов и процентной долей трафика в "горячих точках", поскольку быстро растущий рынок ПСС будет служить побуждающим стимулом для разработки новых спутников ПСС с более узконаправленными антеннами. Значительное влияние оказывают также ежегодные темпы роста асимметричных мультимедийных услуг. Менее заметное влияние связано с изменениями потерь трафика в "горячих точках", вызванными его разделением с наземными услугами. Довольно слабое влияние оказывает величина отношения асимметричных мультимедийных услуг, предоставляемых в обратном канале и в прямом канале.

В таблице 17 показан объем требуемого спектра с учетом существующих распределений. Принимая во внимание, что из распределенной в настоящее время ширины спектра ПСС  $2 \times 121,5$  МГц в диапазоне 1–5 ГГц, на глобальном уровне доступна лишь полоса шириной около  $2 \times 86$  МГц, необходимы дополнительные глобальные распределения ПСС, начиная примерно с 14 МГц к 2010 году и при дальнейшем увеличении ширины спектра до 114 МГц к 2020 году для сценария с низким трафиком, включая полосы 30 МГц и 90 МГц для применений, связанных с распределением услуг, к 2010 и 2020 годам, соответственно. Для сценария с интенсивным трафиком потребуется полоса шириной около 33 МГц к 2010 году с ее увеличением до 257 МГц к 2020 году. Эти оценки включают полосы шириной 30 МГц и 120 МГц для распределения мультимедийных услуг к 2010 и 2020 годам, соответственно.

ТАБЛИЦА 17

## Требуемые новые глобальные распределения спектра для ПСС в диапазоне 1–6 ГГц

Объем требуемого спектра (МГц)	Сценарий с низким трафиком		Сценарий с интенсивным трафиком	
	2010 г.	2020 г.	2010 г.	2020 г.
Спектр в направлении Земля-космос	55	105	74	176
Спектр в направлении космос-Земля, кроме распределения	70	140	89	223
Спектр для распределения мультимедийных услуг в направлении космос-Земля	30	90	30	120
Общий требуемый спектр	155	335	193	519
Требуемые новые распределения в направлении Земля-космос		19		90
Требуемые новые распределения в направлении космос-Земля, кроме распределения		54	3	137
Требуемые новые распределения в направлении космос-Земля, включая распределение	14	144	33	257