

# МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

**Рекомендация МСЭ-R М.2091-0**  
(10/2015)

**Методика расчета потребностей в спектре  
для сообщений воздушной подвижной  
спутниковой (R) службы, связанных с  
категориями 1–6 приоритетов Статьи 44  
Регламента радиосвязи, в полосах частот  
1545–1555 МГц (космос-Земля)  
и 1646,5–1656,5 МГц (Земля-космос)**

**Серия М**

**Подвижные службы, служба радио определения,  
любительская служба и относящиеся к ним  
спутниковые службы**

## Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентную и политическую функции Сектора радиосвязи.

### Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

### Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>.)

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
F	Фиксированная служба
<b>M</b>	<b>Подвижные службы, служба радио определения, любительская служба и относящиеся к ним спутниковые службы</b>
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
SM	Управление использованием спектра
SNG	Спутниковый сбор новостей
TF	Передача сигналов времени и эталонных частот
V	Словарь и связанные с ним вопросы

*Примечание.* – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.

Электронная публикация  
Женева, 2015 г.

© ITU 2015

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R М.2091-0<sup>1</sup>

**Методика расчета потребностей в спектре для сообщений воздушной подвижной спутниковой (R) службы, связанных с категориями 1–6 приоритетов Статьи 44 Регламента радиосвязи, в полосах частот 1545–1555 МГц (космос-Земля) и 1646,5–1656,5 МГц (Земля-космос)**

(2015)

**Сфера применения**

В данной Рекомендации содержится методика расчета потребностей в спектре воздушной подвижной спутниковой (R) службы в полосах частот 1545–1555 МГц (космос-Земля) и 1646,5–1656,5 МГц (Земля-космос). Она предназначена для использования в целях количественного определения потребностей в спектре, связанных с категориями 1–6 приоритетов ВПС(R)с по Статье 44 РР, к которым применяются положения **Резолюции 222 (Пересм. ВКР-12)**.

**Ключевые слова**

ВПС(R)С; потребности в спектре; приоритетная связь; методика

**Сокращения/гlossарий**

AES	Aircraft Earth Station	Земная станция воздушного судна	Земная станция воздушного судна. Как указано в п. <b>1.84</b> РР, AES – это подвижная земная станция воздушной подвижной спутниковой службы, расположенная на борту воздушного судна
AES Count	Count	Подсчитанное количество станций AES	Подсчитанное количество станций AES: число станций AES, фактически действующих в пределах заданной зоны спутниковой сети и зарегистрированных в рассматриваемой сети в какой-либо определенный период времени в конкретной зоне/луче. Следует отметить, что количество станций AES включает только те станции, которые, как ожидается, будут использовать спутниковую сеть
AMS(R)S	Aeronautical Mobile-Satellite (route) Service	ВПС(R)С	Воздушная подвижная спутниковая служба (на трассе). Как указано в п. <b>1.36</b> РР, ВПС(R)С – воздушная подвижная спутниковая служба, резервируемая для связи, касающейся безопасности и регулярности полетов, главным образом на национальных или международных гражданских воздушных трассах
АОС	Aeronautical Operational Control	Авиационно-диспетчерское управление полетами	Авиационно-диспетчерское управление полетами. АОС включает системы связи, необходимые для осуществления руководства полетами (выдача старта на взлет, разрешение продолжения полета, изменение маршрута полета или разрешение посадки) в целях обеспечения их безопасности, регулярности и эффективности

<sup>1</sup> Просим добавить следующую сноску к названию этой Рекомендации: Российская Федерация возражала против принятия Рекомендации по причинам, указанным в Отчете Председателя ИК4 на АР-15, и заявляет, что эта Рекомендация будет применяться только между операторами, предоставляющими услуги передачи трафика ВПС(R)С с приоритетами 1-6 Статьи 44 РР, при решении между ними спорных вопросов определения потребностей в спектре.

ATS	Air Traffic Service	ОВД	Обслуживание воздушного движения. ОВД – общий термин, означающий в соответствующих случаях полетно-информационное обслуживание, аварийное оповещение, консультативное обслуживание воздушного движения, диспетчерское обслуживание воздушного движения (управление полетами в зоне посадки, управление заходом самолета на посадку или аэродромное диспетчерское обслуживание)
CS	Circuit Switched	Сеть с коммутацией каналов	Сеть с коммутацией каналов
Erlang	A unit of traffic intensity	Эрланг	Эрл, единица интенсивности нагрузки. Безразмерная величина, выражающая использование (в единицах измерения времени) голосового канала в течение некоторого временного интервала, как правило одного часа. Применяется для определения количества каналов, необходимых для удовлетворения потребности в голосовой связи
FEC	Forward Error Correction	Упреждающая коррекция ошибок	Упреждающая коррекция ошибок
GES	Ground Earth Station	Наземная земная станция	Наземная земная станция. GES – земная станция, используемая для фидерных линий системы ВПС(R)С. Этот термин эквивалентен термину "земная станция воздушной подвижной службы", как он определен в п. 1.82 РР
IP	Internet Protocol	Протокол Интернет	Протокол Интернет
ISDN	Integrated Services Digital Network	ЦСИС	Цифровая сеть с интеграцией служб

### Соответствующие Рекомендации и Отчеты МСЭ

Рекомендация МСЭ-R М.1037-0	Показатели ошибок по битам для радиолинии воздушной подвижной спутниковой (R) службы (ВПСС(R))
Рекомендация МСЭ-R М.1089-1	Технические соображения в отношении координации систем подвижной спутниковой связи, относящихся к воздушной подвижной спутниковой (R) службе (ВПСС(R)) в полосах частот 1545–1555 МГц и 1646,5–1656,5 МГц
Рекомендация МСЭ-R М.1180-0	Коэффициент готовности каналов связи в воздушных подвижных спутниковых (R) службах (ВПСС(R))

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

*a)* что в полосах частот 1525–1559 МГц (космос-Земля) и 1626,5–1660,5 (Земля-космос) согласно договоренностям, достигнутым их администрациями, операторы геостационарных систем подвижной спутниковой связи в настоящее время используют на региональных многосторонних

координационных собраниях подход на основе планирования емкости для периодической координации доступа к спектру, необходимому для удовлетворения их потребностей, в том числе потребностей в спектре для службы ВПС(R)С, обеспечивающей передачу сообщений с приоритетом категорий 1–6 по Статье 44 РР;

b) что эти методики должны в первую очередь обеспечивать точные результаты, не допуская получения завышенной или заниженной оценки потребностей в спектре, должны максимально точно соответствовать алгоритмам, которые фактически применяются в изучаемой спутниковой системе, а также должны предоставлять простые, эффективные и быстрые механизмы определения потребностей в спектре;

c) что данные методики определения потребностей в спектре должны распространяться только на передачу сообщений ВПС(R)С с приоритетом категорий 1–6 по Статье 44 РР, поддерживаемую рассматриваемым лучом спутниковой системы;

d) что данные методики должны поддерживать существующие условия работы ВПС(R)С, учитывая при этом внесенные в течение планового периода изменения, включая ввод в эксплуатацию новых сетей ВПС(R)С, изменения в услугах, предоставляемых для обслуживания воздушного движения (ОВД) и авиационно-диспетчерского управления полетами (АОС), в воздушном движении, в авиационном оборудовании и технологиях;

e) что данные методики должны принимать во внимание характеристики авиационного оборудования и спутниковой сети и учитывать только те услуги и возможности передачи, которые обеспечиваются оборудованием связи, установленным на рассматриваемых воздушном судне, наземной земной станции (GES) и спутнике;

f) что данные методики должны избегать двойного учета полосы частот, в которой передается трафик связи в районах, где имеет место перекрытие зон покрытия спутников;

g) что информация, предоставляемая каждой спутниковой сети ВПС(R)С, которая используется в данных методиках в качестве исходных параметров, должна, насколько это возможно, подтверждаться независимыми источниками;

h) что используемые в данных методиках параметры должны иметь ясное и точное определение и/или описание, в зависимости от обстоятельств, во избежание риска их неверного толкования, чтобы обеспечить правильное определение потребностей службы ВПС(R)С в спектре для передачи сообщений с приоритетом категорий 1–6 по Статье 44 РР, связанных с каждым спутниковым лучом;

i) что данные методики должны быть рассчитаны только на ту часть воздушного пространства пользователей службы ВПС(R)С, в которой будет использоваться спутниковая связь, например, путем исключения воздушного пространства, соответствующего зонам, в которых используется связь ОВЧ и ВЧ,

*далее учитывая,*

a) что потребности в спектре спутниковой сети ВПС(R)С с множеством узких лучей должны определяться на уровне потребностей в спектре для каждого узкого луча;

b) что необходимо предусмотреть надлежащие меры в тех случаях, когда спутниковая система ВПС(R) способна осуществлять динамическую настройку ресурсов спутниковых сетей;

c) что необходимо предусмотреть надлежащие меры в тех случаях, когда спутниковая сеть ВПС(R)С обеспечивает возможность и поддержку сжатия речевых сигналов и/или сжатия данных,

*признавая,*

a) что ВКР-97 распределила полосы частот 1525–1559 МГц (космос-Земля) и 1626,5–1660,5 МГц (Земля-космос) ПСС для обеспечения гибкого и эффективного присвоения спектра нескольким сетям ПСС;

b) что на ВКР-97 был принят п. **5.357А** РР, предоставляющий приоритет удовлетворению потребностей в спектре службы ВПС(R)С при передаче сообщений с приоритетом категорий 1–6 по Статье **44** РР в полосах частот 1545–1555 МГц и 1646,5–1656,5 МГц;

c) что Резолюция **222 (Пересм. ВКР-12)** касается использования полос частот 1525–1559 МГц и 1626,5–1660,5 МГц подвижной спутниковой службой и процедур для обеспечения в долгосрочной перспективе доступа к спектру для воздушной подвижной спутниковой (R) службы;

d) что в Резолюции **422 (ВКР-12)** МСЭ-R предлагается провести исследования и разработать одну или более Рекомендаций МСЭ-R, содержащих методику, включая подлежащие использованию четкие определения исходных параметров и допущений, для расчета потребностей в спектре в полосах частот 15458–1555 МГц (космос-Земля) и 1646,5–1656,5 МГц (Земля-космос) для сообщений ВПС(R)С с приоритетом категорий 1–6 по Статье **44** РР;

e) что разработаны системы, предоставляющие широкополосные услуги по обеспечению безопасности полетов, и ИКАО в настоящее время рассматривает вопрос о включении этих систем в авиационные стандарты,

*отмечая,*

a) что системы ВПС(R)С являются важным элементом стандартизированной инфраструктуры связи Международной организации гражданской авиации, используемой в организации воздушного движения для обеспечения безопасности и регулярности полетов гражданской авиации;

b) что в силу ограниченности ресурсов спектра необходимо использовать их с максимальной эффективностью в рамках различных сетей ПСС и между ними,

*рекомендует,*

1 чтобы в полосах частот 1545–1555 МГц (космос-Земля) и 1646,5–1656,5 МГц (Земля-космос) потребности в спектре для сообщений ВПС(R)С, связанные с категориями приоритетов 1–6 по Статье **44** РР, которые закрепляются на двусторонних или многосторонних собраниях по координации частот согласно Резолюции **222 (Пересм. ВКР-12)**, рассчитывались с использованием методики, описанной в Приложении 1;

2 чтобы в случае достижения договоренности об использовании методики, приведенной в Приложении 1, на собрании по координации частот участники этого собрания также согласовали меры, касающиеся исходных параметров, необходимых для использования данной методики;

3 чтобы в связи с отсутствием соответствующих данных за прошлые периоды перед запуском в эксплуатацию новых систем ВПС(R)С операторы действующих систем ВПС(R)С своевременно, на собраниях по координации частот, предоставляли соответствующие данные за прошлые периоды, применимые к зоне обслуживания нового оператора ВПС(R)С, которые необходимы для определения с использованием приведенной в Приложении 1 методики потребностей в спектре новых систем в первый год их эксплуатации;

4 чтобы любая неопределенность в конкретных параметрах методики, приведенной в Приложении 1 (как, например, относятся ли сообщения к категориям приоритетов 1–6 по Статье **44** РР), устранилась путем достижения обоюдного согласия по допущениям;

5 чтобы любые альтернативные методики определения потребностей в спектре для сообщений ВПС(R)С, связанных с категориями приоритетов 1–6 по Статье **44** РР, которые закрепляются на двусторонних или многосторонних собраниях по координации частот согласно Резолюции **222 (Пересм. ВКР-12)**, основывались на принципах и руководящих указаниях, содержащихся в пунктах b)–i) раздела "учитываемая" и пунктах a)–c) раздела "далее учитываемая".

## Приложение 1

### Метод расчета потребностей в спектре для сообщений ВПС(R)С в полосах частот 1,5/1,6 ГГц

#### 1 Общие положения

##### 1.1 Введение

Согласно п. **5.357А** РР приоритет должен предоставляться удовлетворению потребностей в спектре спутниковых сетей ВПС(R)С, обеспечивающих передачу сообщений с приоритетом категорий 1–6 по Статье **44** РР. В настоящем Приложении содержится методика, которая может использоваться в целях определения потребностей ВПС(R)С в спектре для одного луча одного спутника для передачи сообщений ВПС(R)С.

Следует отметить, что для регулярного предоставления услуг воздушных служб используются линии ОВЧ-связи "воздух-земля-воздух", где они доступны, однако в зонах за пределами прямой видимости (BLOS) должны использоваться специально выделенные ВЧ-каналы или спутниковая связь. Данная методика предназначена для расчета потребностей в спектре службы ВПС(R)С для районов, в которых недоступны линии ОВЧ-связи.

Описываемая в настоящем Приложении методика основана на следующих этапах:

- 1) определение количества станций AES в пределах луча;
- 2) расчет объема генерируемой этими станциями AES информации для каждого типа звуковых несущих или несущих сигналов данных;
- 3) расчет потребностей в спектре для различных типов несущих в каждом луче.

Эта методика также включает этапы расчета общих потребностей ВПС(R)С в спектре для какой-либо сети.

Для действующих сетей наиболее точные результаты можно получить при помощи методики, основанной на информации о трафике за прошлые периоды. Кроме того, при наличии информации за прошлые периоды средний объем трафика на одно воздушное судно в пределах каждого спутникового луча может быть рассчитан на основе записей о вызовах и передаче данных. Это позволяет без труда рассчитать любые географические колебания среднего объема трафика на одно воздушное судно. Кроме того, в связи с отсутствием соответствующих данных за прошлые периоды перед запуском в эксплуатацию новых систем ВПС(R)С операторы действующих систем ВПС(R)С должны своевременно, на собраниях по координации частот, предоставлять соответствующие данные за прошлые периоды, применимые к зоне обслуживания нового оператора ВПС(R)С, которые с использованием приведенной в настоящем Приложении 1 методики необходимы для определения потребностей в спектре новых систем в первый год их эксплуатации.

Описываемые в настоящем Приложении процедуры расчета потребностей в спектре для сообщений ВПС(R)С показаны на блок-схеме, приведенной на рисунке 1.

Как правило, необходимо определять потребности в спектре с учетом какого-либо конкретного периода времени, в который, как ожидается, объем трафика будет максимальным. Чаще всего оценка трафика выполняется для периода наибольшей нагрузки в течение суток. При наличии значительных суточных колебаний может потребоваться учет объема трафика, ожидаемого в день года с наибольшей нагрузкой.

Расчеты выполняются на основе исходной информации о суммарном трафике данных/голосовом трафике, связанном с сообщениями ВПС(R)С, для всех земных станций воздушных судов (AES), которые в данный момент эксплуатируют действующие системы ВПС(R)С в пределах заданной зоны обслуживания рассматриваемой спутниковой сети.

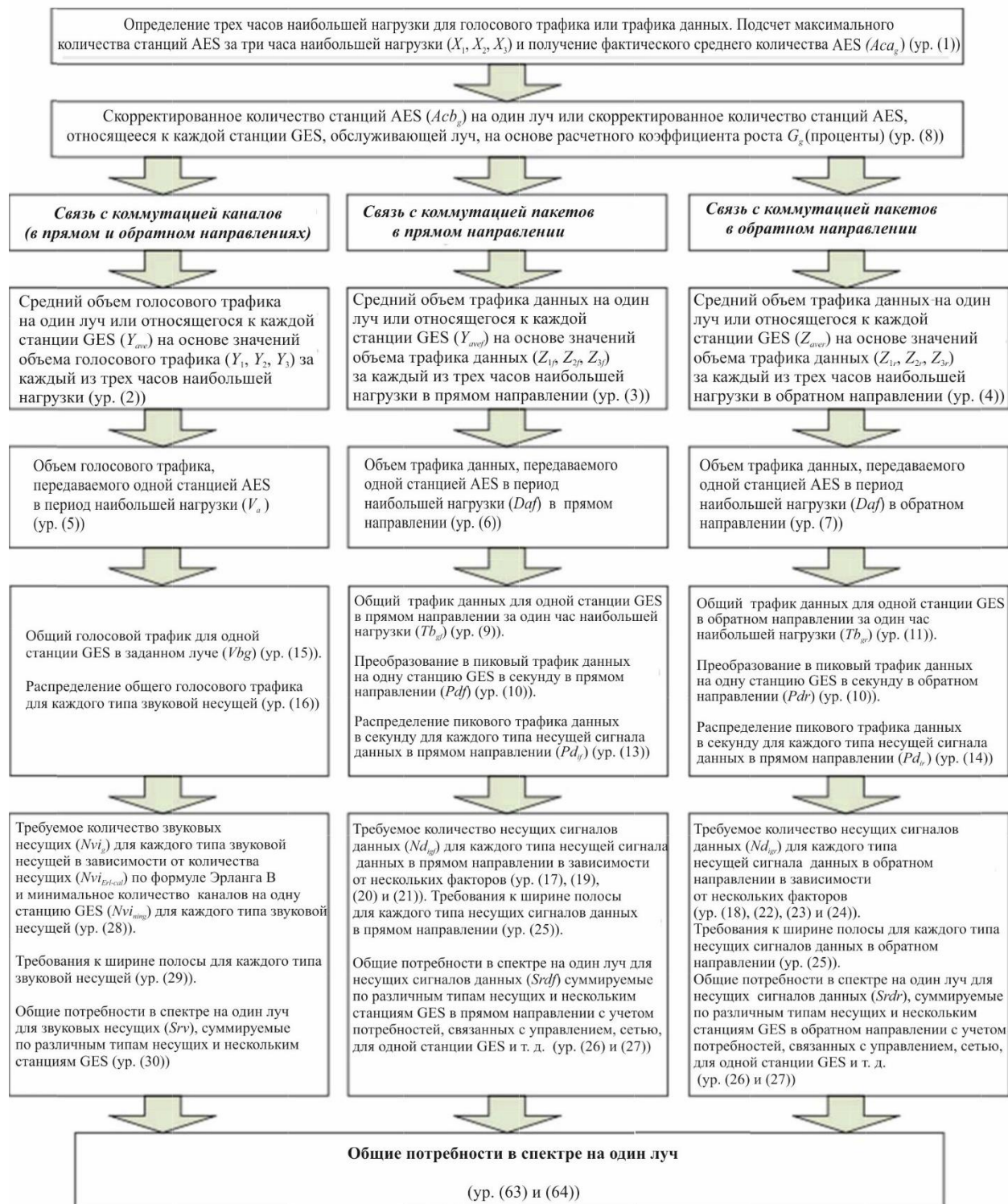
В некоторых спутниковых сетях могут существовать несколько наземных земных станций (GES), предоставляющих услуги ВПС(R)С в заданном луче служебной линии. Поскольку несущие служебной линии, как правило, не могут совместно использоваться станциями GES, в таком случае необходимо определять объем трафика и потребности в спектре для каждой станции GES в отдельности. В данном случае важно, чтобы количество станций AES, относящееся к каждой станции GES, включало только те станции AES, которые работают через данную станцию GES.

Общие потребности в спектре для луча, обслуживаемого несколькими станциями GES, определяются путем суммирования рассчитанных потребностей в спектре станций GES, обслуживающих данный луч.



РИСУНОК 1

## Блок-схема, иллюстрирующая общий метод расчета потребностей ВПС(R)С в спектре



## 1.2 Параметры

В большинстве случаев для иерархии и суффиксов в названиях параметров используются следующие обозначения:

- наземная земная станция –  $g$ ;
- воздушное пространство или зона обслуживания –  $a$ ;
- луч для расчета спектра –  $b$ ;
- тип трафика: данные –  $d$ ; голосовые сигналы –  $v$ ; голосовая связь с коммутацией каналов –  $CS\text{-}voice$ ; ЦСИС с коммутацией каналов –  $CS\text{-}ISDN$ ; стандартная передача по IP –  $StdIP$ ; потоковая передача по IP –  $StrIP$ ;
- требования или пропускная способность для определенной несущей –  $c$ ;
- тип несущей: звуковая несущая –  $j$ ; несущая сигнала данных –  $d$ ; звуковая поднесущая сети с коммутацией каналов или звуковая поднесущая ЦСИС с коммутацией каналов –  $j$ ; поднесущая стандартной передачи по IP или поднесущая потоковой передачи по IP –  $k$ ;
- прямой и обратный канал –  $f$  или  $r$ .

Параметры, используемые в методике, приведенной в Приложении 1, указаны в Прилагаемом документе 1.

## 2 Расчет количества станций AES и объема информации на одну станцию AES, которая должна быть обработана рассматриваемой спутниковой системой

С эксплуатационной и экономической точек зрения в большинстве случаев желательно, чтобы обычный трафик в каком-либо обширном районе обрабатывался глобальным лучом спутника, а интенсивный трафик в перегруженном воздушном пространстве – узкими лучами. Преимущество глобального луча заключается в том, что он охватывает районы, которые не могут быть охвачены узкими лучами. В типовом сценарии развертывания систем для обслуживания воздушных судов на воздушных трассах с высокой нагрузкой может быть задействована группа узких лучей, а воздушные суда за пределами таких трасс обслуживаются глобальным лучом. Хотя глобальный луч может предоставлять многие услуги, обеспечиваемые узкими лучами, его целесообразно использовать дополнительно для передачи широкоэшелетельных сообщений, сигнализации и регистрации воздушных судов в сети. В конструкции космических аппаратов может быть предусмотрено использование узких лучей для оказания услуг, когда это обеспечивает более эффективное использование спектра и энергоресурсов. Необходимо наличие данных о количестве станций AES, обслуживаемых узкими и глобальными лучами в период наибольшей нагрузки. Как обсуждалось выше, требуется определить количество станций AES в зоне конкретного луча, которые обслуживаются в рамках рассматриваемой спутниковой системы. Количество станций AES определяется как число станций AES, фактически действующих в пределах заданной зоны спутниковой сети и зарегистрированных в рассматриваемой сети в какой-либо определенный период времени в конкретной зоне/луче. Следует отметить, что количество станций AES включает только те станции, которые, как ожидается, будут использовать спутниковую сеть.

Количество станций AES – один из основных параметров, необходимых для расчета потребностей в спектре для сообщения ВПС(R)С. Используемый для определения этой величины подхода метод базируется на предположении о наличии информации о суммарном количестве зарегистрированных в сети станций AES в пределах каждого луча системы ВПС(R)С за три периода наибольшей нагрузки в течение определенного года, и на основе этих данных за прошлые периоды могут быть выполнены расчеты будущих потребностей с соответствующей корректировкой для учета их роста или снижения в будущем.

Данный подход может применяться для действующих систем и должен обеспечить наиболее точный расчет потребностей ВПС(R)С в спектре.

Система ВПС(R)С может состоять из нескольких спутников ГСО, лучи которых могут перекрываться в отдельных зонах. Потребности в спектре определяются отдельно для каждого луча в зоне покрытия

каждого спутника. В зонах с перекрывающимися лучами существует вероятность того, что станции AES будут учтены дважды, то есть присвоены двум спутникам одновременно. Таким образом, при определении количества станций AES в районах, где имеет место перекрытие зон покрытия спутников, необходимо обеспечить надлежащее распределение станций AES между спутниками. Подобные соображения неприменимы в ситуациях, когда один спутник является дублирующим или находящимся в "горячем резерве".

Информация о трафике, передаваемом как по сетям связи с коммутацией каналов, так и по сетям передачи данных с коммутацией пакетов, обычно обрабатывается ежечасно. Источниками данных служат записи с необработанными данными о вызовах. В этом случае для каждого календарных суток того или иного месяца на ежечасной основе могут быть получены следующие данные:

- спутниковая сеть/взаимодействующая станция GES;
- луч: глобальный/узкий в зоне покрытия спутника;
- календарные сутки;
- час (0–23 часа) (Примечание: 1-й час записывается как "0 час", 24-й час – как "23 час");
- идентификационный номер станции AES, передаваемый спутниковой сети/взаимодействующей станции GES;
- время начала и конца соединения.

Кроме того, для расчета объема информации о трафике, в случае если трафик состоит из пользовательских данных и не включает служебной информации, связанной с передачей данных, необходимо использовать следующие параметры:

- единица измерения трафика (кбит/с для трафика в сетях данных с коммутацией пакетов (в прямом и обратном направлениях) и минуты для трафика в сетях с коммутацией каналов);
- объем трафика (кбит/с или мин).

На основе приведенной выше информации можно выделить три часа наибольшей нагрузки в течение заданного года для каждой категории голосового трафика и пакетных данных в каждом луче спутниковой сети путем анализа записей вызовов, собранных станцией GES, обслуживающей такой луч. В ряде случаев луч может обслуживаться несколькими станциями GES, и тогда трафик в часы наибольшей нагрузки должен определяться отдельно для каждой станции GES. Когда три часа наибольшей нагрузки выделены, для каждого из них определяется количество станций AES; среднее значение количества станций AES за эти три часа наибольшей нагрузки используется при проведении дальнейшего анализа. Эти этапы выполняются отдельно для голосового трафика и трафика данных, с тем чтобы получить два значения количества станций AES: одно – для голосового трафика, а другое – для трафика данных. В данном случае основное допущение заключается в том, что существенной разницы в объеме трафика, связанном с каждым из трех часов наибольшей нагрузки, нет.

Фактическое среднее количество станций AES для одного луча, относящееся к заданной станции GES, может быть получено из следующего уравнения:

$$ACa_g = (X_1 + X_2 + X_3)/3, \quad (1)$$

где  $X_1$ ,  $X_2$  и  $X_3$  – количество станций AES в каждый из трех часов наибольшей нагрузки, которые генерируют либо наибольший голосовой трафик, либо трафик данных за определенный год.

Средний объем голосового трафика для одной станции GES в заданном луче в час наибольшей нагрузки определяется как

$$Y_{ave} = (Y_1 + Y_2 + Y_3)/3, \quad (2)$$

где  $Y_1$ ,  $Y_2$  и  $Y_3$  – значения объема голосового трафика в каждый из трех часов наибольшей нагрузки, соответствующие значениям  $X_1$ ,  $X_2$  и  $X_3$ .

Действующие спутниковые сети ВПС(R)С могут получать информацию об объеме трафика данных отдельно для прямого и обратного направлений на основе данных о трафике за прошлые периоды.

Средний объем трафика данных в прямом направлении для одной станции GES в заданном луче в час наибольшей нагрузки определяется как

$$Z_{avef} = (Z_{1f} + Z_{2f} + Z_{3f})/3, \quad (3)$$

где  $Z_{1f}$ ,  $Z_{2f}$  и  $Z_{3f}$  – значения объема трафика данных в прямом направлении в каждый из трех часов наибольшей нагрузки, соответствующие  $X_1$ ,  $X_2$  и  $X_3$ .

Средний объем трафика данных в обратном направлении для одной станции GES в заданном луче в час наибольшей нагрузки вычисляется следующим образом:

$$Z_{aver} = (Z_{1r} + Z_{2r} + Z_{3r})/3, \quad (4)$$

где  $Z_{1r}$ ,  $Z_{2r}$  и  $Z_{3r}$  – значения объема трафика данных в обратном направлении в каждый из трех часов наибольшей нагрузки, соответствующие  $X_1$ ,  $X_2$  и  $X_3$ .

Объем голосового трафика, передаваемого одной станцией AES в час наибольшей нагрузки, определяется как

$$Va = Y_{ave}/ACa_g \text{ min.} \quad (5)$$

Объем трафика данных, передаваемого одной станцией AES в прямом направлении в час наибольшей нагрузки, определяется как

$$Daf = Z_{avef}/ACa_g \text{ kbit.} \quad (6)$$

Объем трафика данных, передаваемого одной станцией AES в обратном направлении в час наибольшей нагрузки, вычисляется следующим образом:

$$Dar = Z_{aver}/ACa_g \text{ kbit.} \quad (7)$$

На основе приведенной выше процедуры можно определить количество станций AES в заданном луче для каждого типа услуг голосовой связи и передачи данных, а также соответствующий объем трафика, передаваемый типовой станцией AES.

Для учета кратковременного роста или снижения интенсивности трафика из следующего уравнения получаем скорректированное количество станций AES ( $ACb_g$ ) для одного луча, относящегося к заданной станции:

$$ACb_g = ACa_g \times (1 + G_a/100), \quad (8)$$

где  $G_a$  – расчетное изменение количества воздушных судов, обслуживаемых представляющей интерес спутниковой сетью, за рассматриваемый год (проценты).

### 3 Расчет объема информации для каждого вида трафика

Расчет объема информации может проводиться для каждого вида трафика в отдельности. В подразделах ниже рассматривается метод определения объема информации для каждого из следующих видов трафика:

- связь с коммутацией пакетов (включая пакетную голосовую связь);
- связь с коммутацией каналов (голосовая связь и, возможно, передача данных).

Объем информации для каждого вида трафика в луче должен быть получен с учетом только тех станций AES из их подсчитанного количества, которые поддерживают определенный вид трафика.

#### 3.1 Связь с коммутацией пакетов (включая пакетную голосовую связь)

Пиковая скорость передачи данных для рассматриваемых несущих сигналов данных, которая должна поддерживаться каждым типом несущей, может быть рассчитана следующим образом. Общий трафик данных для одной станции GES в заданном луче ( $Tb_{gf}$  (кбит)) в прямом направлении в период наибольшей нагрузки можно вычислить следующим образом:

в случае трафика прямого канала, представленного в кбит/час:

$$Tb_{gf} = Daf \times ACb_g, \quad (9)$$

а требуемая пиковая скорость передачи данных для одного луча в прямом направлении ( $Pdf$  (кбит/с)) рассчитывается следующим образом:

$$Pdf = (hs \times Tb_{gf}/3600), \quad (10)$$

где:

$Daf$ : средний удельный объем информации для трафика данных, обрабатываемый станцией AES (кбит/час) в прямом направлении;

$hs$ : коэффициент преобразования средней скорости передачи данных (кбит/с) в требуемую пиковую скорость передачи данных (кбит/с) в прямом направлении.

Параметр  $hs$  учитывает возможные колебания совокупной скорости передачи данных в течение трех часов наибольшей нагрузки. При равномерном распределении объема генерируемых данных (например, скорости поступления данных) по заданному периоду значение  $hs$  должно быть равно 1. Однако если объем генерируемых данных носит спорадический характер, то значение  $hs$  должно быть больше 1. В настоящее время не существует известной модели, способной точно представить генерирование данных и скорость их поступления в системах ВПС(R)С. Таким образом, операторы системы должны сами предложить соответствующее значение  $hs$ , представляющее/моделирующее поведение их системы, с надлежащим обоснованием.

Общий трафик данных для одной станции GES в заданном луче ( $Tb_{gr}$  (кбит)) в обратном направлении в период наибольшей нагрузки можно вычислить следующим образом:

в случае трафика обратного канала, представленного в кбит/час:

$$Tb_{gr} = Dar \times ACb_g, \quad (11)$$

а требуемая пиковая скорость передачи данных для одного луча в обратном направлении ( $Pdr$  (кбит/с)) может быть определена при помощи уравнения

$$Pdr = (hs \times Tb_{gr}/3600), \quad (12)$$

где:

$Dar$ : средний удельный объем информации для трафика данных, обрабатываемый станцией AES (кбит/час) в обратном направлении;

$hs$ : коэффициент преобразования средней скорости передачи данных (кбит/час) в требуемую пиковую скорость передачи данных (кбит/с) в обратном направлении.

Если в пределах луча задействованы различные типы несущих сигналов пакетных данных, пиковая скорость передачи данных для станции GES в заданном луче, поддерживаемая в прямом и обратном направлениях, может быть выделена для каждого типа несущей следующим образом:

$$Pd_{if} = rd_i \times Pdf, \quad (13)$$

$$Pd_{ir} = rd_i \times Pdr, \quad (14)$$

где:

$rd_i$ : коэффициент типа несущей сигнала данных ( $i$ ).

В этом случае коэффициент  $rd_i$  представляет собой отношение объема трафика данных для каждого типа несущей ( $i$ ) к общему объему трафика данных ( $Tb$ ).

### 3.2 Связь с коммутацией каналов

Связь с коммутацией каналов, как правило, используется для поддержки некоторых систем голосовой связи и систем передачи данных (например, ЦСИС). Трафик в сетях связи с коммутацией каналов измеряется в минутах.

Общий голосовой трафик для одной станции GES в заданном луче в период наибольшей нагрузки ( $Vb_g$  (Эрл)) рассчитывается следующим образом:

$$Vb_g = (Va \times ACb_g)/60, \quad (15)$$

где  $Va$  – усредненный голосовой трафик в минутах, полученный из уравнения (5) в п. 2.

Удельный средний объем информации для голосовых сигналов, обрабатываемый спутниковой системой ( $Va$ ), может быть получен путем агрегации голосового трафика за заданный период времени  $tp$  (то есть в период наибольшей нагрузки).

Если для передачи трафика по сетям с коммутацией каналов используются несколько различных типов несущих, общий голосовой трафик ( $Vb_g$ ) может быть подразделен на трафик для каждого типа несущей следующим образом:

$$Vb_{g,j} = rv_j \times Vb_g, \quad (16)$$

где:

$rv_j$ : отношение объема трафика для определенного типа звуковой несущей ( $j$ ) к общему объему трафика.

## 4 Расчет требуемой ширины полосы для каждого луча и типа несущей

### 4.1 Связь с коммутацией пакетов (включая пакетную голосовую связь)

Необходимое количество выделенных каналов для одного луча и одной станции GES в прямом ( $Nd_{igr}$ ) и обратном ( $Nd_{igr}$ ) направлениях может быть вычислено следующим образом:

$$Nd_{igr} = \text{Maximum} (\text{Roundup}(Pd_{if}/Cd_{if}), Nd_{imingf}); \quad (17)$$

$$Nd_{igr} = \text{Maximum} (\text{Roundup}(Pd_{ir}/Cd_{ir}), Nd_{imingr}), \quad (18)$$

где:

$Pd_{if}$ : пиковая скорость передачи данных (кбит/с), поддерживаемая в прямом направлении;

$Pd_{ir}$ : пиковая скорость передачи данных (кбит/с), поддерживаемая в обратном направлении;

$Cd_{if}$ : эффективная скорость передачи данных, то есть пропускная способность передачи для нормированных несущих сигналов данных (кбит/с) с учетом служебной информации канала в прямом направлении;

$Cd_{ir}$ : эффективная скорость передачи данных, то есть пропускная способность передачи для нормированных несущих сигналов данных (кбит/с) с учетом служебной информации канала в обратном направлении;

$Nd_{imingf}$ : минимальное количество каналов на одну станцию GES, необходимое для каждого типа несущих сигналов данных в прямом направлении;

$Nd_{imingr}$ : минимальное количество каналов на одну станцию GES, необходимое для каждого типа несущих сигналов данных в обратном направлении.

Чтобы соблюдать требования к готовности, которые указаны в документах ИКАО, относящихся к стандартам, для работы систем ВПС(R)С необходимо минимальное количество каналов. Оператор системы обязан обеспечить минимальное количество каналов для своих систем с достаточным техническим обоснованием.

Один из методов расчета  $Cd_{if}$  и  $Cd_{ir}$  приведен ниже.

Эффективная скорость передачи на несущей частоте ( $Cd_{if}$ ), доступная для передачи данных в прямом направлении (земля-воздушное судно), может быть определена при помощи следующих уравнений:

$$R_{iracf} = (RT_i - R_d - R_{frm} - R_f); \quad (19)$$

$$R_{irbcf} = R_{iracf} \times CR; \quad (20)$$

$$Cd_{if} = R_{irbcf} \times (1 - r_{rf}), \quad (21)$$

где:

- $R_{Ti}$ : скорость передачи на несущей частоте (кбит/с);
- $R_d$ : скорость потока фиктивных битов (кбит/с);
- $R_{fjm}$ : идентификация формата и скорость передачи мультикадра (кбит/с);
- $R_f$ : частота кадров (кбит/с);
- $R_{iracr}$ : скорость передачи данных после кодирования в прямом направлении (кбит/с);
- $R_{irbcf}$ : скорость передачи данных до кодирования в прямом направлении (кбит/с);
- $CR$ : скорость кодирования с упреждающей коррекцией ошибок (числовой коэффициент);
- $r_{rf}$ : коэффициент повторных передач вследствие замирания и помех в прямом направлении (число от 0 до 1). Следует заметить, что широковещательные каналы повторяют сообщения с определенным интервалом, следовательно, при широковещательной передаче коэффициент повторных передач отсутствует.

Обязанность по предоставлению значений вышеуказанных параметров и коэффициентов лежит на операторе системы. Для этих значений должны быть представлены надлежащие технические обоснования.

Эффективная скорость передачи на несущей частоте ( $Cd_{ir}$ ), доступная для передачи данных в прямом направлении (воздушное судно-земля), может быть определена при помощи следующих уравнений:

$$R_{iracr} = (R_{Ti} - R_{uwf} - R_p); \quad (22)$$

$$R_{irbcr} = R_{iracr} \times CR; \quad (23)$$

$$Cd_{ir} = R_{irbcr} \times (1 - r_{rr}), \quad (24)$$

где:

- $R_{Ti}$ : скорость передачи на несущей частоте (кбит/с);
- $R_{uwf}$ : скорость передачи и переноса уникального слова (кбит/с);
- $R_{iracr}$ : скорость передачи данных после кодирования в обратном направлении (кбит/с);
- $R_{irbcr}$ : скорость передачи данных до кодирования в обратном направлении (кбит/с);
- $CR$ : скорость кодирования с упреждающей коррекцией ошибок (числовой коэффициент);
- $R_p$ : скорость передачи преамбулы (кбит/с);
- $r_{rr}$ : коэффициент повторных передач вследствие замирания, помех и конфликтов в обратном направлении (число от 0 до 1).

Обязанность по предоставлению значений вышеуказанных параметров и коэффициентов лежит на операторе системы. Для этих значений должны быть представлены достаточные технические обоснования.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Вышеуказанные элементы унифицированы по длительности кадра или длительности импульса в целях обеспечения согласованности по единицам измерения (кбит/с) с другими параметрами.

Параметры  $r_{rf}$  и  $r_{rr}$  необходимы для систем, в которых может происходить повторная передача пакетов. Существует несколько причин повторной передачи пакетов. Одна из вероятных причин, относящаяся, в частности, к обратному каналу, – использование протоколов случайного доступа, таких как slotted ALOHA (протокол ALOHA с сегментацией). При использовании подобных протоколов в приемнике могут возникать конфликты пакетов, препятствующие корректному приему нужных пакетов. Как следствие, требуется повторная передача непринятых пакетов. Другой вероятной причиной повторной передачи пакета является неприем пакета, связанный с проблемами

распространения радиоволн, например, препятствиями для антенн станции AES и замиранием. Для определения значений  $r_{rf}$  и  $r_{rr}$  необходим тщательный анализ на основе характеристик конкретной системы ВПС(R)С. Результаты могут зависеть от статистики трафика в периоды наибольшей нагрузки. Таким образом, в большинстве случаев применимые значения не могут быть представлены, а предлагаемые значения требуют тщательного анализа и пояснений.

Требуемая ширина полосы на один луч и одну станцию GES ( $SRd_g$ ) может быть рассчитана по следующим формулам:

$SRd_g$  определяется путем умножения ширины полосы, выделенной для каждого типа несущей ( $Ddi$ ), а требуемое количество несущих – путем суммирования всех типов несущих носителей следующим образом:

$$BWdi_g = Ndi_g \times Ddi \text{ (кГц)}, \quad (25)$$

где:

$BWdi_g$ : расчетная ширина полосы для определенного типа несущей ( $i$ );

$Ddi$ : ширина полосы, выделенная для каждого типа несущей сигнала данных (кГц);

$$SRd_g = \Sigma (BWdi_g) + SRxi_g, \quad (26)$$

где:

$\Sigma (BWdi_g)$ : сумма ширины полос для каждого типа несущих сигналов данных;

$SRxi_g$ : потребности в спектре для несущих каналов управления сетью для одной станции GES (например, пилотных несущих).

Затем могут быть определены общие потребности в спектре для несущих сигналов данных в луче ( $SRd$ ):

$$SRd = \Sigma (SRd_g), \quad (27)$$

где:

$\Sigma (SRd_g)$ : сумма значений ширины полосы для каждой станции GES.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Как обсуждалось выше, потребности в спектре для прямого и обратного каналов, то есть  $SRdf$  и  $SRdr$ , могут быть рассчитаны по отдельности, поскольку эти каналы могут иметь различные характеристики и информационную нагрузку.

## 4.2 Связь с коммутацией каналов

Связь с коммутацией каналов, как правило, используется для служб голосовой связи, но может применяться и в некоторых системах передачи данных, таких как ЦСИС. Количество каналов, необходимых для сетей связи с коммутацией каналов ( $Nv$ ), может быть получено по формуле Эрланга В, удовлетворяющей  $V_{bgj}$  (Эрл). Подробное описание метода определения количества каналов приведено в п. 7.5 публикации ИК-2 МСЭ-D "Справочник по технологиям телетрафика" (январь 2005 года)<sup>1</sup>.

Задачей теории трафика Эрланга является определение количества обслуживающих элементов, необходимых для обеспечения соответствия заданной категории обслуживания (GoS). Например, в системе, в которой отсутствует очередность, заданная категория обслуживания может соответствовать блокировке (отклонению) не более 1 вызова из 100 при использовании всех каналов (категория обслуживания 0,01), что представляет собой планируемую вероятность блокировки вызовов  $P_b$ , при использовании формулы Эрланга В. Соответствующий стандарт ИКАО, касающийся категории обслуживания, приведен в Приложении 10 к Конвенции о международной гражданской

<sup>1</sup> 2-я Исследовательская комиссия МСЭ-D, Вопрос 16/2, Справочник по технологиям телетрафика, Женева, январь 2005 года. Первое издание Справочника по технологиям телетрафика подготовлено в рамках совместного проекта МСЭ (Международного союза электросвязи) и МКТ (Международного конгресса по телетрафику), <http://www.itu.int/en/ITU-D/Emergency-Telecommunications/Pages/Publications.aspx>.



авиации, том III, п. 4.6.5.1.3.1, в котором говорится: "Система обладает такими достаточными располагаемыми ресурсами каналов передачи речевых сообщений, что инициированный AES или GES вызов речевой связи ВПС(R)С, полученный системой, блокируется с вероятностью не более  $10^{-2}$ ".

В некоторых действующих спутниковых сетях принято выделять определенное минимальное количество каналов ( $Nv_{gmin}$ ) для каждой станции GES, обслуживающей данный луч. Для каждого типа звуковой несущей необходимое количество каналов рассчитывается по формуле Эрланга В для заданной категории обслуживания (GoS). Затем берется максимальное количество каналов, то есть

$$Nvi_g = \max (Nvi_{ming}, Nvi_{Erl-Bcal}), \quad (28)$$

где:

$Nvi_{ming}$ : минимальное количество каналов на одну станцию GES, необходимое для каждого типа звуковой несущей;

$Nvi_{Erl-Bcal}$ : количество каналов, полученных при помощи формулы Эрланга В для каждого типа звуковой несущей, как функция  $V_{bgj}$ .

В ситуациях, когда объем трафика очень мал, необходимо обеспечить определенное минимальное количество каналов на одну станцию GES для каждого типа звуковой несущей. Однако это количество следует выбирать весьма тщательно во избежание увеличения числа каналов и, как следствие, чрезмерного роста потребностей в спектре.

Требуемая ширина полосы ( $SRv$ ) может быть получена путем умножения выделенной ширины полосы для каждого типа звуковой несущей ( $Dvi$ ) на требуемое число голосовых каналов, а затем суммирования расчетных значений требуемой ширины полосы для всех типов звуковых несущих.

$$BWv_{i,g} = Nvi_g \times Dvi \text{ (кГц)}, \quad (29)$$

где:

$BWv_{i,g}$ : спектр, необходимый для одного конкретного типа несущей (кГц);

$Nvi$ : количество несущих типа ( $i$ );

$Dvi$ : ширина полосы для одного типа несущих ( $i$ ) (кГц).

Общая потребность в спектре для звуковых несущих в луче ( $SRv$ ) может быть рассчитана как

$$SRv = \sum_{(i=1 \text{ to } n)} \sum_{(g=1 \text{ to } m)} (BWv_{i,g}), \quad (30)$$

где:

$n$ : общее количество поддерживаемых типов несущих;

$m$ : общее количество станций GES, обслуживающих луч.

В большинстве случаев потребности в спектре для голосовой связи с коммутацией каналов в прямом и обратном направлении эквивалентны.

### 4.3 Широкополосные службы обеспечения безопасности

В рамках ВПС(R)С разрабатываются широкополосные системы обеспечения авиационной безопасности. Вопрос применимости данного раздела будет решен, как только ИКАО завершит проверку новой службы. Характеристики широкополосных служб обеспечения безопасности радикально отличаются от характеристик традиционных классических авиационных служб тем, что для вызовов или сеансов связи может одновременно использоваться один и тот же канал. Это контрастирует с действующими голосовыми службами ВПС(R)С, которые могут передавать только один вызов по каждому каналу. Для этого в широкополосной системе обеспечения безопасности выделяются уникальные временные интервалы, которые определяют доступ к каналу для каждого запрашиваемого сеанса. Таким образом, один и тот же канал (в зависимости от его пропускной способности) может использоваться на совместной основе для нескольких одновременных сеансов, и при этом не возникает конфликтов.

Совместное использование канала стало возможным благодаря тому, что выделенный временной интервал, как правило, длится 5 или 20 миллисекунд и зависит от типа службы. Выделенные временные интервалы должны обладать достаточной длительностью и частотой для обеспечения требуемой скорости передачи данных и пропускной способности.

Широкополосные службы обеспечения безопасности способны обеспечить более высокую пропускную способность, чем действующие службы ВПС(R)С. Это означает, что в одном участке спектра могут проводиться несколько сеансов. Это возможно за счет повышения сложности конструкции бортового оборудования спутника, терминалов и систем, управляющих работой широкополосных служб обеспечения безопасности.

В рамках широкополосных служб обеспечения безопасности будут предлагаться следующие виды услуг.

Услуги сетей связи с коммутацией каналов (CS):

- 1) услуги сети голосовой связи с коммутацией каналов (только для голосовой связи);
- 2) услуги ЦСИС с коммутацией каналов, используемой для голосовой связи и для передачи некоторых типов данных.

Ширина полосы и длительность временного интервала, необходимые для трафика в сетях связи с коммутацией каналов, являются фиксированными и зависят от конкретного типа станции AES.

*Услуги сетей связи с коммутацией пакетов*

- 3) услуги потоковой передачи по IP (протоколу Интернет), обеспечивающие гарантированную скорость передачи данных.

При одинаковых условиях в линии связи максимальная скорость передачи данных, доступная пользователю, зависит от типа терминала AES. Благодаря динамическому управлению занятостью канала требуемые данные могут быть предоставлены в любой момент времени;

- 4) услуги стандартной передачи данных по IP, известные также как фоновые (background) услуги IP и обеспечивающие скорость передачи данных соответственно параметрам готовности канала.

Услуги стандартной передачи данных по IP будут пытаться заполнить выделенный канал в максимально возможной степени. Это означает, что возможны пиковые скорости передачи данных, превышающие скорость потоковой передачи по IP, но они не гарантируются. Все вышеуказанные услуги будут использоваться для передачи сообщений ВПС(R)С с приоритетом категорий 1–6 по Статье 44 РР. Приводимая в настоящем разделе методика исходит из предположения, что весь рассматриваемый трафик относится к сообщениям ВПС(R)С с приоритетом категорий 1–6 и что этот трафик не смешивается с трафиком более низкой категории или трафиком, не имеющим отношения к ВПС(R)С.

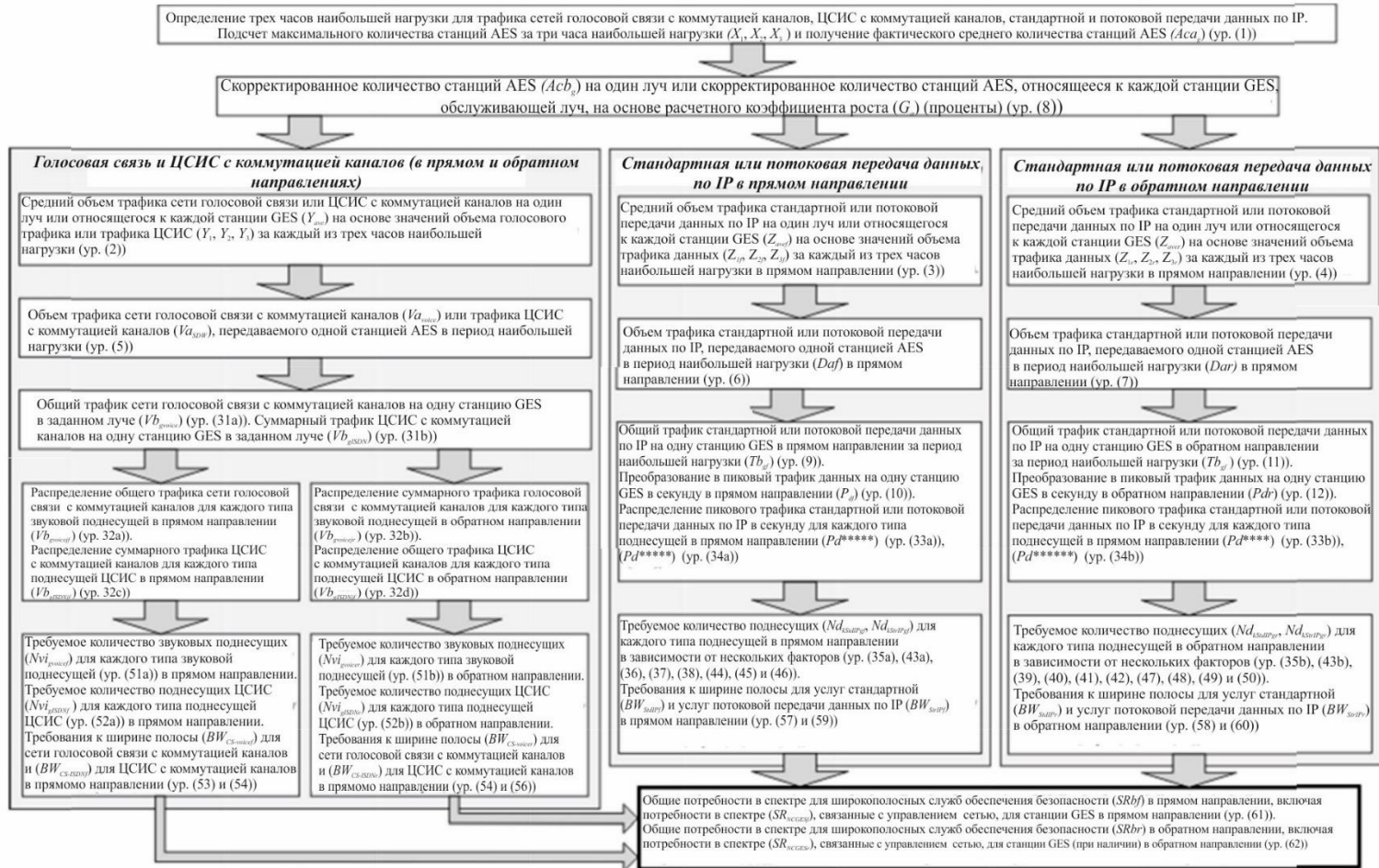
Полезная нагрузка спутника, как правило, делится на ряд несущих (например, 200 кГц), каждая из которых содержит одну или несколько поднесущих, используемых для сигнализации или передачи трафика широкополосных служб обеспечения безопасности. Каналы передачи трафика могут обеспечить проведение определенного количества сеансов для одного или нескольких пользователей, включая несколько различных видов услуг, перечисленных выше. Каждому из узких лучей спутника выделяется как минимум одна несущая, при этом лучу выделяется дополнительная несущая в случае исчерпания пропускной способности канала в результате запросов на трафик с учетом степени готовности. Пропускную способность канала служб обеспечения безопасности следует рассматривать в двух измерениях – не только в частотной, но и во временной области.

Широкополосными службами обеспечения безопасности будут использоваться различные длительности кадра/импульса, схемы модуляции и скорости кодирования в зависимости от типа службы и условий связи.

В связи с тем что такие широкополосные службы обеспечения безопасности имеют разные характеристики, в общий метод, описанный в пп. 4.1 и 4.2 выше, необходимо внести некоторые изменения. Методика для таких служб представлена на рисунке 2 и описывается в нижеследующих подразделах.

РИСУНОК 2

**Блок-схема, иллюстрирующая метод расчета потребностей ВПС(R)С в спектре  
для широкополосных служб обеспечения безопасности**



#### 4.3.1 Расчет количества станций AES и объема трафика на одну станцию AES, который должен быть обработан

Приведенная в п. 2 методика расчета количества станций AES и объема трафика на одну станцию AES, который должен быть обработан, применима также к различным видам услуг, рассматриваемых в рамках широкополосной службы обеспечения безопасности (уравнения (1) – (8)).

Уравнение (5) для расчета объема голосового трафика действительно как для услуг сети голосовой связи с коммутацией каналов, так и для услуг ЦСИС с коммутацией каналов. Аналогичным образом, уравнения (6) и (7) для расчета трафика пакетных данных в прямом и обратном направлениях соответственно действительно также для услуг потоковой и стандартной передачи данных по IP в прямом и обратном направлениях.

#### 4.3.2 Расчет объемов трафика сети голосовой связи и ЦСИС с коммутацией каналов

Общий трафик сети голосовой связи с коммутацией каналов на одну станцию GES в заданном луче ( $Vb_{gvoice}$  (Эрл)) может быть рассчитан следующим образом:

$$Vb_{gvoice} = (Va_{voice} \times ACb_{gv})/60, \quad (31a)$$

где  $Va_{voice}$  – усредненный голосовой трафик в минутах, полученный из уравнения (5), а  $ACb_{gv}$  – скорректированное количество станций AES на один луч или скорректированное количество станций AES, относящееся к каждой станции GES, обслуживающей луч, для трафика сети голосовой связи с коммутацией каналов.

Общий трафик ЦСИС с коммутацией каналов на одну станцию GES в заданном луче ( $Vb_{gISDN}$  (Эрл)) может быть рассчитан следующим образом:

$$Vb_{gISDN} = (Va_{ISDN} \times ACb_{gISDN})/60, \quad (31b)$$

где  $Va_{ISDN}$  – усредненный голосовой трафик в минутах, полученный из уравнения (5), а  $ACb_{gISDN}$  – скорректированное количество станций AES на луч или скорректированное количество станций AES, относящееся к каждой станции GES, обслуживающей луч, для трафика ЦСИС с коммутацией каналов.

В данном случае предполагается, что в каждом направлении используется 100% общего трафика сети голосовой связи с коммутацией каналов или общего трафика ЦСИС с коммутацией каналов аналогично классическим службам голосовой связи ЦСИС.

Общий трафик сети голосовой связи с коммутацией каналов ( $Vb_{gvoicejf}$ ) для типа звуковой поднесущей ( $j$ ) в прямом направлении может быть рассчитан по следующей формуле:

$$Vb_{gvoicejf} = brv_{jf} \times Vb_{gvoice}, \quad (32a)$$

где:

$brv_{jf}$ : отношение объема трафика для типа звуковой поднесущей ( $j$ ) к общему объему трафика сети голосовой связи с коммутацией каналов в прямом направлении.

Общий трафик сети голосовой связи с коммутацией каналов ( $Vb_{gvoicejr}$ ) для типа звуковой поднесущей ( $j$ ) в обратном направлении может быть рассчитан по следующей формуле:

$$Vb_{gvoicejr} = brv_{jr} \times Vb_{gvoice}, \quad (32b)$$

где:

$brv_{jr}$ : отношение объема трафика для типа звуковой поднесущей ( $j$ ) к общему объему трафика сети голосовой связи с коммутацией каналов в обратном направлении.

Общий трафик ЦСИС с коммутацией каналов ( $Vb_{gISDNjf}$ ) для типа поднесущей ЦСИС ( $j$ ) в прямом направлении может быть получен при помощи следующей формулы:

$$Vb_{gISDNjf} = br_{ISDNjf} \times Vb_{gISDN}, \quad (32c)$$

где:

$br_{ISDNj}$ : отношение объема трафика для типа поднесущей ЦСИС ( $j$ ) к общему объему трафика ЦСИС с коммутацией каналов в прямом направлении.

Общий трафик ЦСИС с коммутацией каналов ( $Vb_{gISDNj}$ ) для типа поднесущей ЦСИС ( $j$ ) в обратном направлении может быть получен по следующей формуле:

$$Vb_{gISDNj} = br_{ISDNj} \times Vb_{gISDN}, \quad (32d)$$

где:

$br_{ISDNj}$ : отношение объема трафика для типа поднесущей ЦСИС ( $j$ ) к общему объему трафика ЦСИС с коммутацией каналов в обратном направлении.

### 4.3.3 Расчет объемов потокового и стандартного IP-трафика данных

Приведенная в п. 3.1 методика может также частично применяться к услугам потоковой и стандартной передачи данных по IP для расчета объемов трафика (уравнения (9) – (12)). Однако для удобства и лучшего понимания описание и уравнения повторяются с особыми примечаниями для услуг потоковой и стандартной передачи данных по IP в прямом и обратном направлениях.

#### Объемы стандартного IP-трафика данных

Поскольку стандартный IP-трафик данных широкополосной службы обеспечения безопасности передается различными типами поднесущих, пиковая скорость передачи данных для одного луча в прямом и обратном направлениях может быть рассчитана для каждого типа поднесущей при помощи следующих уравнений:

$$Pd_{kStdIPf} = brd_{kStdIP} \times Pd_{StdIPf}, \quad (33a)$$

$$Pd_{kStdIPr} = brd_{kStdIP} \times Pd_{StdIPr}, \quad (33b)$$

где:

$Pd_{StdIPf}$ : пиковая скорость передачи данных для одного луча для стандартного IP-трафика в прямом направлении;

$Pd_{StdIPr}$ : пиковая скорость передачи данных для одного луча для стандартного IP-трафика в обратном направлении;

$Pd_{kStdIPf}$ : пиковая скорость передачи данных для одного луча, соответствующая определенному типу поднесущей, для стандартного IP-трафика в прямом направлении;

$Pd_{kStdIPr}$ : пиковая скорость передачи данных для одного луча, соответствующая определенному типу поднесущей, для стандартного IP-трафика в обратном направлении;

$brd_{kStdIP}$ : коэффициент типа поднесущей ( $k$ ) стандартного IP-трафика.

В данном случае  $brd_{kStdIP}$  представляет собой отношение объема стандартного IP-трафика, связанного с типом поднесущей ( $k$ ), к общему объему стандартного IP-трафика данных ( $Tb_{StdIP}$ ).

#### Объемы потокового IP-трафика данных

Поскольку потоковый IP-трафик данных широкополосной службы обеспечения безопасности передается различными типами поднесущих, пиковая скорость передачи данных для одного луча в прямом и обратном направлениях может быть рассчитана для каждого типа поднесущей при помощи следующих уравнений:

$$Pd_{kStrIPf} = brd_{kStrIP} \times Pd_{StrIPf}, \quad (34a)$$

$$Pd_{kStrIPr} = brd_{kStrIP} \times Pd_{StrIPr}, \quad (34b)$$

где:

$Pd_{StrIPf}$ : пиковая скорость передачи данных для одного луча для потокового IP-трафика в прямом направлении;

- $Pd_{StdIPr}$ : пиковая скорость передачи данных для одного луча для потокового IP-трафика в обратном направлении;
- $Pd_{kStdIPf}$ : пиковая скорость передачи данных для одного луча, соответствующая определенному типу поднесущей, для потокового IP-трафика в прямом направлении;
- $Pd_{kStdIPr}$ : пиковая скорость передачи данных для одного луча, соответствующая определенному типу поднесущей, для потокового IP-трафика в обратном направлении;
- $brd_{kStdIP}$ : коэффициент типа поднесущей ( $k$ ) потокового IP-трафика.

В данном случае  $brd_{kStdIP}$  представляет собой отношение объема потокового IP-трафика, связанного с типом поднесущей ( $k$ ), к общему объему трафика потоковой передачи данных по IP ( $Tb_{StdIP}$ ).

#### 4.3.4 Расчет необходимого количества поднесущих для услуг стандартной и потоковой передачи данных по IP

И в этом случае для удобства и лучшего понимания описание и уравнения для расчета необходимого количества поднесущих повторяются с особыми примечаниями для услуг потоковой и стандартной передачи данных по IP в прямом и обратном направлениях.

##### Стандартный IP-трафик

Необходимое количество определенных поднесущих для одного луча и станции GES в прямом ( $Nd_{kStdIPgf}$ ) и обратном ( $Nd_{kStdIPgr}$ ) направлениях может быть рассчитано при помощи следующих уравнений:

$$Nd_{kStdIPgf} = \text{Roundup}(Pd_{kStdIPf}/Cd_{kStdIPf}); \quad (35a)$$

$$Nd_{kStdIPgr} = \text{Roundup}(Pd_{kStdIPr}/Cd_{kStdIPr}), \quad (35b)$$

где:

- $Pd_{kStdIPf}$ : пиковая скорость передачи данных (кбит/с), поддерживаемая типом поднесущей ( $k$ ), в прямом направлении;
- $Pd_{kStdIPr}$ : пиковая скорость передачи данных (кбит/с), поддерживаемая типом поднесущей ( $k$ ), в обратном направлении;
- $Cd_{kStdIPf}$ : эффективная скорость передачи данных, то есть пропускная способность нормированных поднесущих сигналов данных (кбит/с) с учетом служебной информации канала и других сопутствующих факторов в прямом направлении;
- $Cd_{kStdIPr}$ : эффективная скорость передачи данных, то есть пропускная способность нормированных поднесущих сигналов данных (кбит/с) с учетом служебной информации канала и других сопутствующих факторов в обратном направлении.

Один из методов расчета  $Cd_{kStdIPf}$  и  $Cd_{kStdIPr}$  приводится ниже.

Эффективная скорость передачи на несущей частоте ( $Cd_{kf}$ ), доступная для стандартной передачи данных по IP в прямом направлении, может быть рассчитана при помощи следующих уравнений:

$$R_{iracf} = (R_{Tk} - R_{uw} - R_{pi}); \quad (36)$$

$$R_{irbcf} = R_{iracf} \times CR; \quad (37)$$

$$Cd_{kStdIPf} = R_{irbcf} \times (1 - r_{rf}), \quad (38)$$

где:

- $R_{Tk}$ : скорость передачи на поднесущей (кбит/с);
- $R_{uw}$ : скорость передачи уникального слова (кбит/с);
- $R_{pi}$ : скорость передачи пилот-сигнала (кбит/с);
- $R_{iracf}$ : скорость передачи данных после кодирования в прямом направлении (кбит/с);

- $R_{irbcf}$ : скорость передачи данных до кодирования в обратном направлении (кбит/с);
- $CR$ : скорость кодирования с упреждающей коррекцией ошибок (числовой коэффициент);
- $r_{rf}$ : коэффициент повторных передач вследствие замирания и помех в прямом направлении (число от 0 до 1).

Обязанность по предоставлению значений вышеуказанных параметров и коэффициентов лежит на операторе системы. Для этих значений должны быть представлены надлежащие технические обоснования.

Эффективная скорость передачи на несущей частоте ( $Cd_{kStdIPr}$ ), доступная для стандартной передачи данных по IP в обратном направлении, может быть рассчитана при помощи следующих уравнений:

$$R_{iracr} = (R_{Tk} - R_{gr} - R_{uw}); \quad (39)$$

$$R_{irbcr-weuw} = R_{iracr} \times CR; \quad (40)$$

$$R_{irbcr} = R_{irbcr-weuw} - R_{euw}; \quad (41)$$

$$Cd_{kStdIPr} = R_{irbcr} \times (1 - r_{rr}), \quad (42)$$

где:

- $R_{Tk}$ : скорость передачи на поднесущей (кбит/с);
- $R_{gr}$ : скорость передачи защитного интервала и интервала нарастания непрерывного сигнала (кбит/с);
- $R_{uw}$ : скорость передачи уникального слова (кбит/с);
- $R_{iracr}$ : скорость передачи данных после кодирования в обратном направлении (кбит/с);
- $R_{irbcr-weuw}$ : скорость передачи данных до кодирования со встроенным уникальным словом в обратном направлении (кбит/с);
- $R_{irbcr}$ : скорость передачи данных до кодирования в обратном направлении (кбит/с);
- $CR$ : скорость кодирования с упреждающей коррекцией ошибок (числовой коэффициент);
- $R_{euw}$ : скорость передачи встроенного уникального слова (кбит/с);
- $r_{rr}$ : коэффициент повторных передач вследствие замирания, помех и конфликтов в обратном направлении (число от 0 до 1).

Обязанность по предоставлению значений вышеуказанных параметров и коэффициентов лежит на операторе системы. Для этих значений должны быть представлены надлежащие технические обоснования.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Вышеуказанные элементы унифицированы по длительности интервала или длительности импульса в целях обеспечения согласованности по единицам измерения (кбит/с) с другими параметрами.

### Потоковый IP-трафик

Необходимое количество определенных поднесущих для одного луча и станции GES в прямом ( $Nd_{kStrIPgf}$ ) и обратном ( $Nd_{kStdIPgr}$ ) направлениях может быть вычислено по следующим формулам:

$$Nd_{kStrIPgf} = \text{Roundup}(Pd_{kStrIPgf}/Cd_{kStrIPgf}); \quad (43a)$$

$$Nd_{kStdIPgr} = \text{Roundup}(Pd_{kStrIPgr}/Cd_{kStrIPgr}), \quad (43b)$$

где:

- $Pd_{kStrIPgf}$ : пиковая скорость передачи данных (кбит/с), поддерживаемая типом поднесущей ( $k$ ), в прямом направлении;
- $Pd_{kStrIPgr}$ : пиковая скорость передачи данных (кбит/с), поддерживаемая типом поднесущей ( $k$ ), в обратном направлении;

- $Cd_{kStrIPf}$ : эффективная скорость передачи данных, то есть пропускная способность нормированных поднесущих сигналов данных (кбит/с) с учетом служебной информации канала и других сопутствующих факторов в прямом направлении;
- $Cd_{kStrIPr}$ : эффективная скорость передачи данных, то есть пропускная способность нормированных поднесущих сигналов данных (кбит/с) с учетом служебной информации канала и других сопутствующих факторов в обратном направлении.

Один из методов расчета  $Cd_{kStrIPf}$  и  $Cd_{kStrIPr}$  приводится ниже.

Эффективная скорость передачи на несущей частоте ( $Cd_{kf}$ ), доступная для потоковой передачи данных по IP в прямом направлении, может быть рассчитана при помощи следующих уравнений:

$$R_{iracf} = (R_{Tk} - R_{uw} - R_{pi}); \quad (44)$$

$$R_{irbcf} = R_{iracf} \times CR; \quad (45)$$

$$Cd_{kStrIPf} = R_{irbcf} \times (1 - r_{rf}), \quad (46)$$

где:

- $R_{Tk}$ : скорость передачи на поднесущей (кбит/с);
- $R_{uw}$ : скорость передачи уникального слова (кбит/с);
- $R_{pi}$ : скорость передачи пилот-сигнала (кбит/с);
- $R_{iracf}$ : скорость передачи данных после кодирования в прямом направлении (кбит/с);
- $R_{irbcf}$ : скорость передачи данных до кодирования в прямом направлении (кбит/с);
- $CR$ : скорость кодирования с упреждающей коррекцией ошибок (числовой коэффициент);
- $r_{rf}$ : коэффициент повторных передач вследствие замирания и помех в прямом направлении (число от 0 до 1).

Обязанность по предоставлению значений вышеуказанных параметров и коэффициентов лежит на операторе системы. Для этих значений должны быть представлены надлежащие технические обоснования.

Эффективная скорость передачи на несущей частоте ( $Cd_{kStrIPr}$ ), доступная для потоковой передачи данных по IP в обратном направлении, может быть рассчитана при помощи следующих уравнений:

$$R_{iracr} = (R_{Tk} - R_{gr} - R_{uw}); \quad (47)$$

$$R_{irbcr-weuw} = R_{iracr} \times CR; \quad (48)$$

$$R_{irbcr} = R_{irbcr-weuw} - R_{euw}; \quad (49)$$

$$Cd_{kStrIPr} = R_{irbcr} \times (1 - r_{rr}), \quad (50)$$

где:

- $R_{Tk}$ : скорость передачи на поднесущей (кбит/с);
- $R_{gr}$ : скорость передачи защитного интервала и интервала нарастания непрерывного сигнала (кбит/с);
- $R_{uw}$ : скорость передачи уникального слова (кбит/с);
- $R_{iracr}$ : скорость передачи данных после кодирования в обратном направлении (кбит/с);
- $R_{irbcr-weuw}$ : скорость передачи данных до кодирования с встроенным уникальным словом в обратном направлении (кбит/с);
- $R_{irbcr}$ : скорость передачи данных до кодирования в обратном направлении (кбит/с);
- $CR$ : скорость кодирования с упреждающей коррекцией ошибок (числовой коэффициент);
- $R_{euw}$ : скорость передачи встроенного уникального слова (кбит/с);



$r_{rr}$  – коэффициент повторных передач вследствие замирания, помех и конфликтов в обратном направлении (число от 0 до 1).

Обязанность по предоставлению значений вышеуказанных параметров и коэффициентов лежит на операторе системы. Для этих значений должны быть представлены надлежащие технические обоснования.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Вышеуказанные элементы унифицированы по длительности интервала или длительности импульса в целях обеспечения согласованности по единицам измерения (кбит/с) с другими параметрами.

#### 4.3.5 Расчет необходимого количества поднесущих для услуг сетей голосовой связи с коммутацией каналов и ЦСИС

Для расчета количества поднесущих, необходимого для поддержки трафика сетей голосовой связи и ЦСИС с коммутацией каналов в прямом и обратном направлениях, в настоящем документе предлагается использовать формулу Эрланга В, рассмотренную в п. 4.2.

##### Трафик сети голосовой связи с коммутацией каналов (CS)

Количество звуковых несущих, необходимое для передачи трафика сети голосовой связи с коммутацией каналов в прямом направлении:

$$Nv_{i_{\text{voice}f}} = \max(Nv_{i_{\text{voice\_min}gf}, Nv_{i_{\text{voice}Erl-Bcalr}}), \quad (51a)$$

где:

$Nv_{i_{\text{voice\_min}gf}$ : минимальное количество поднесущих на одну станцию GES, необходимое для каждого типа звуковой поднесущей в прямом направлении;

$Nv_{i_{\text{voice}Erl-Bcalr}$ : количество поднесущих, рассчитанное при помощи формулы Эрланга В для каждого типа звуковой поднесущей, как функция  $Vb_{\text{voice}f}$  в прямом направлении.

Количество звуковых поднесущих, необходимое для передачи трафика сети голосовой связи с коммутацией каналов в обратном направлении:

$$Nv_{i_{\text{voice}r}} = \max(Nv_{i_{\text{voice\_min}gr}, Nv_{i_{\text{voice}Erl-Bcalr}}), \quad (51b)$$

где:

$Nv_{i_{\text{voice\_min}gr}$ : минимальное количество поднесущих на одну станцию GES, необходимое для каждого типа звуковой поднесущей в обратном направлении;

$Nv_{i_{\text{voice}Erl-Bcalr}$ : количество поднесущих, рассчитанное при помощи формулы Эрланга В для каждого типа звуковой несущей, как функция  $Vb_{\text{voice}r}$  в обратном направлении.

##### Трафик ЦСИС с коммутацией каналов (CS)

Количество поднесущих ЦСИС, необходимое для передачи трафика ЦСИС с коммутацией каналов в прямом направлении:

$$Nv_{i_{\text{ISDN}f}} = \max(Nv_{i_{\text{ISDN\_min}gf}, Nv_{i_{\text{ISDN}Erl-Bcalr}}), \quad (52a)$$

где:

$Nv_{i_{\text{ISDN\_min}gf}$ : минимальное количество поднесущих на одну станцию GES, необходимое для каждого типа поднесущей ЦСИС в прямом направлении;

$Nv_{i_{\text{ISDN}Erl-Bcalr}$ : количество поднесущих, рассчитанное при помощи формулы Эрланга В для каждого типа поднесущей ЦСИС, как функция  $Vb_{\text{ISDN}f}$  в прямом направлении.

Количество поднесущих ЦСИС, необходимое для передачи трафика ЦСИС с коммутацией каналов в обратном направлении:

$$Nv_{i_{\text{ISDN}r}} = \max(Nv_{i_{\text{ISDN\_min}gr}, Nv_{i_{\text{ISDN}Erl-Bcalr}}), \quad (52b)$$

где:

$Nv_{i_{\text{ISDN\_min}gr}$ : минимальное количество поднесущих на одну станцию GES, необходимое для каждого типа поднесущей ЦСИС в обратном направлении;

$Nv_{iSDN\ Erl-Bcalr}$ : количество поднесущих, рассчитанное при помощи формулы Эрланга В для каждого типа поднесущей ЦСИС, как функция  $Vb_{gISDNjr}$  в обратном направлении.

#### 4.3.6 Расчет требуемой ширины полосы для различных поднесущих и общих потребностей в спектре для широкополосных служб обеспечения безопасности

Ширина полосы, выделенная различным отдельным поднесущим, зависит от схемы модуляции, скорости кодирования и типов терминалов. Различные поднесущие в составе несущих передают различные виды трафика: трафик сетей голосовой связи и ЦСИС с коммутацией каналов, потоковый IP-трафик и фоновый IP-трафик, каждый из которых имеет собственную ширину полосы.

Требуемая ширина полосы для каждого типа поднесущей оценивается отдельно для прямого и обратного направлений, а затем объединяется путем суммирования требуемой ширины полос для услуг сетей голосовой связи с коммутацией каналов, ЦСИС с коммутацией каналов, стандартной и потоковой передачи данных по IP.

##### 4.3.6.1 Требования к ширине полосы для услуг сетей голосовой связи с коммутацией каналов

В прямом направлении:

$$BW_{CS-voicef} = \sum Nv_{igvoicef} \times Dd_{CS-voicef}, \quad (53)$$

где:

$Dd_{CS-voicef}$ : ширина полосы, выделенная каждому типу звуковой поднесущей ( $i$ ) в прямом направлении (кГц);

$Nv_{igvoicef}$ : количество поднесущих, необходимое для услуг сети голосовой связи с коммутацией каналов в прямом направлении.

В обратном направлении:

$$BW_{CS-voiceir} = \sum Nv_{igvoiceir} \times Dd_{CS-voiceir}, \quad (54)$$

где:

$Dd_{CS-voiceir}$ : ширина полосы, выделенная каждому типу звуковой поднесущей ( $i$ ) в обратном направлении (кГц);

$Nv_{igvoiceir}$ : количество поднесущих, необходимое для услуг сети голосовой связи с коммутацией каналов в обратном направлении.

##### 4.3.6.2 Требования к ширине полосы для услуг ЦСИС с коммутацией каналов

В прямом направлении:

$$BW_{CS-ISDNf} = \sum Nv_{igISDNf} \times Dd_{CS-ISDNf}, \quad (55)$$

где:

$Dd_{CS-ISDNf}$ : ширина полосы, выделенная каждому типу поднесущей ЦСИС ( $i$ ) в прямом направлении (кГц);

$Nv_{igISDNf}$ : количество поднесущих, необходимое для услуг ЦСИС с коммутацией каналов в прямом направлении.

В обратном направлении:

$$BW_{CS-ISDNr} = \sum Nv_{igISDNr} \times Dd_{CS-ISDNr}, \quad (56)$$

где:

$Dd_{CS-ISDNr}$ : ширина полосы, выделенная каждому типу поднесущей ЦСИС ( $i$ ) в обратном направлении (кГц);

$Nv_{igISDNr}$ : количество поднесущих, необходимое для услуг ЦСИС с коммутацией каналов в обратном направлении.

#### 4.3.6.3 Требования к ширине полосы для услуг стандартной передачи данных по IP

В прямом направлении:

$$BW_{StdIPf} = \sum Nd_{kgStdIPgf} \times Dd_{StdIPkf}, \quad (57)$$

где

$Dd_{StdIPkf}$ : ширина полосы, выделенная каждому типу поднесущей стандартной передачи по IP ( $k$ ) в прямом направлении (кГц);

$Nd_{kgStdIPgf}$ : количество поднесущих, необходимое для услуг стандартной передачи по IP в прямом направлении.

В обратном направлении:

$$BW_{StdIPr} = \sum Nd_{kgStdIPgr} \times Dd_{StdIPkr}, \quad (58)$$

где

$Dd_{StdIPkr}$ : ширина полосы, выделенная каждому типу поднесущей стандартной передачи по IP ( $k$ ) в обратном направлении (кГц);

$Nd_{kgStdIPgr}$ : количество поднесущих, необходимое для службы стандартной передачи по IP в обратном направлении.

#### 4.3.6.4 Требования к ширине полосы для услуг потоковой передачи данных по IP

В прямом направлении:

$$BW_{StrIPf} = \sum Nd_{kgStrIPgf} \times Dd_{StrIPkf}, \quad (59)$$

где:

$Dd_{StrIPkf}$ : ширина полосы, выделенная каждому типу поднесущей потоковой передачи по IP ( $k$ ) в прямом направлении (кГц);

$Nd_{kgStrIPgf}$ : количество поднесущих, необходимое для услуг потоковой передачи по IP в прямом направлении.

В обратном направлении:

$$BW_{StrIPr} = \sum Nd_{kgStrIPgr} \times Dd_{StrIPkr}, \quad (60)$$

где:

$Dd_{StrIPkr}$ : ширина полосы, выделенная каждому типу поднесущей потоковой передачи по IP ( $k$ ) в обратном направлении (кГц);

$Nd_{kgStrIPgr}$ : количество поднесущих, необходимое для услуг потоковой передачи по IP в обратном направлении.

#### 4.3.6.5 Общие потребности в спектре для прямого и обратного направлений

Общие потребности в спектре для широкополосных служб обеспечения безопасности ( $SRbf$ ) в прямом направлении зависят от количества несущих, необходимого для размещения требуемого количества поднесущих, и могут быть рассчитаны по следующей формуле:

$$SRbf = \{ \text{Roundup} ((BW_{cs-voicef} + BW_{CS-ISDNf} + BW_{StdIPf} + BW_{StrIPf} + SR_{NCGESf}) / Xf) \} \times Xf, \quad (61)$$

где:

$SR_{NCGESf}$ : потребности в спектре для управления сетью для станции GES (кГц) в прямом направлении;

$Xf$ : ширина полосы одной несущей в прямом направлении (кГц).

Функция  $\text{Roundup}(x)$  округляет значение  $x$  до ближайшего целого.

Общие потребности в спектре для широкополосных служб обеспечения безопасности ( $SRbr$ ) в обратном направлении зависят от количества несущих, необходимого для размещения требуемого количества поднесущих, и могут быть рассчитаны по следующей формуле:

$$SRbr = \{\text{Roundup}((BW_{cs-voicer} + BW_{CS-ISDNr} + BW_{StdIPr} + BW_{StrIPr} + SR_{NCGESr})/Xr)\} \times Xr, \quad (62)$$

где:

$SR_{NCGESr}$ : потребности в спектре для управления сетью для станции GES (при наличии) (кГц) в обратном направлении;

$Xr$ : ширина полосы одной несущей в обратном направлении (кГц).

Функция Roundup ( $x$ ) округляет значение  $x$  до ближайшего целого.

## 5 Потребности в спектре для луча в пределах рассматриваемой сети

Общие потребности в спектре для одного луча в прямом и обратном направлениях могут быть рассчитаны следующим образом:

$$SRf = SRdf + SRvf + SRbf; \quad (63)$$

$$SRr = SRdr + SRvr + SRbr, \quad (64)$$

где:

$SRdf$ : требуемый спектр для трафика данных на один луч в прямом направлении;

$SRvf$ : требуемый спектр для голосового трафика на один луч в прямом направлении;

$SRbf$ : требуемый спектр для трафика широкополосной службы обеспечения безопасности на один луч в прямом направлении;

$SRdr$ : требуемый спектр для трафика данных на один луч в обратном направлении;

$SRvr$ : требуемый спектр для голосового трафика на один луч в обратном направлении;

$SRbr$ : требуемый спектр для трафика широкополосной службы обеспечения безопасности на один луч в обратном направлении;

$SRf$ : требуемый спектр для одного луча в прямом направлении;

$SRr$ : требуемый спектр для одного луча в обратном направлении.

В процессе обсуждения вопросов координации частот при присвоении спектра каждому лучу следует учитывать дополнительные ограничения, связанные, например, с формированием каналов спутникового ретранслятора.

## 6 Примеры расчетов

Примеры расчетов с использованием вышеуказанной методики приведены в Прилагаемом документе 2.

## Прилагаемый документ 1 к Приложению 1

## Параметры, используемые в методике

ТАБЛИЦА А1

Параметры, используемые в методике, приведенной в Приложении 1

Параметр	Описание	Принятая в методике единица измерения
$ACa_g$	Фактическое количество станций AES для одного луча, относящееся к заданной станции GES	Число
$X_1, X_2, X_3$	Количество станций AES в каждый из трех часов наибольшей нагрузки, которые генерируют либо наибольший голосовой трафик, либо трафик данных за определенный год	Число
$G_a$	Расчетное увеличение количества воздушных судов за рассматриваемый год	%
$ACb_g$	Скорректированное количество станций AES для одного луча, относящееся к заданной станции GES	Число
$Y_1, Y_2, Y_3$	Значения объема голосового трафика в каждый из трех часов наибольшей нагрузки, соответствующие значениям $X_1, X_2, X_3$	мин
$Y_{ave}$	Средний объем голосового трафика для одной станции GES в заданном луче в час наибольшей нагрузки	мин
$Z_{1f}, Z_{2f}, Z_{3f}$	Значения объема трафика данных в прямом направлении в каждый из трех часов наибольшей нагрузки, соответствующие $X_1, X_2, X_3$	кбит
$Z_{avef}$	Средний объем трафика данных в прямом направлении для одной станции GES в заданном луче в час наибольшей нагрузки	кбит
$Z_{1r}, Z_{2r}, Z_{3r}$	Значения объема трафика данных в обратном направлении в каждый из трех часов наибольшей нагрузки, соответствующие $X_1, X_2, X_3$	кбит
$Z_{aver}$	Средний объем трафика данных в обратном направлении для одной станции GES в заданном луче в период наибольшей нагрузки	кбит
$V_a$	Объем голосового трафика, передаваемый одной станцией AES в период наибольшей нагрузки	мин
$D_{af}$	Объем трафика данных, передаваемого одной станцией AES в прямом направлении в период наибольшей нагрузки	кбит
$D_{ar}$	Объем трафика данных, передаваемого одной станцией AES в обратном направлении в период наибольшей нагрузки	кбит
$Tb_{gf}$	Общий трафик данных для одной станции GES в заданном луче в прямом направлении в период наибольшей нагрузки	кбит
$P_{df}$	Требуемая пиковая скорость передачи данных для одного луча в прямом направлении	кбит/с
$h_s$	Коэффициент преобразования средней скорости передачи данных (кбит/с) в требуемую пиковую скорость передачи данных (кбит/с)	Число
$Tb_{gr}$	Общий трафик данных для одной станции GES в заданном луче в обратном направлении в период наибольшей нагрузки	кбит
$P_{dr}$	Требуемая пиковая скорость передачи данных для одного луча в обратном направлении	кбит/с
$rd_i$	Коэффициент типа несущей сигнала данных для различных типов несущих сигналов данных. Отношение объема трафика данных для определенного типа несущей ( $i$ ) к общему объему трафика данных	Число
$P_{dfj}$	Пиковая скорость передачи данных на один луч, поддерживаемая в	кбит/с

Параметр	Описание	Принятая в методике единица измерения
	прямом направлении для каждого типа несущей	
$Pd_{ir}$	Пиковая скорость передачи данных на один луч, поддерживаемая в обратном направлении для каждого типа несущей	кбит/с
$Vb_g$	Общий голосовой трафик для одной станции GES в заданном луче в период наибольшей нагрузки	Эрл
$rv_j$	Коэффициент типа звуковой несущей для различных звуковых несущих. Отношение объема трафика для определенного типа звуковой несущей ( $j$ ) к общему объему трафика	Число
$Cd_{if}$	Эффективная скорость передачи данных, то есть пропускная способность передачи для нормированных несущих сигналов данных с учетом служебной информации канала в прямом направлении	кбит/с
$Cd_{ir}$	Эффективная скорость передачи данных, то есть пропускная способность передачи для нормированных несущих сигналов данных с учетом служебной информации канала в прямом направлении	кбит/с
$Nd_{igf}$	Необходимое количество выделенных каналов для одного луча и одной станции GES в прямом направлении	Целое число
$Nd_{igr}$	Необходимое количество выделенных каналов для одного луча и одной станции GES в обратном направлении	Целое число
$Nd_{ig}$	Необходимое количество выделенных каналов для одного луча и одной станции GES в любом направлении	Целое число
$Nd_{imingf}$	Минимальное количество каналов на одну станцию GES, необходимое для каждого типа несущих сигналов данных в прямом направлении	Целое число
$Nd_{imingr}$	Минимальное количество каналов на одну станцию GES, необходимое для каждого типа несущих сигналов данных в обратном направлении	Целое число
$R_{Ti}$	Скорость передачи на несущей частоте	кбит/с
$R_d$	Скорость потока фиктивных битов	кбит/с
$R_{frm}$	Идентификация формата и скорость передачи мультикадра	кбит/с
$R_f$	Частота кадров	кбит/с
$R_{iracf}$	Скорость передачи данных после кодирования в прямом направлении	кбит/с
$R_{irbcf}$	Скорость передачи данных до кодирования в прямом направлении	кбит/с
$CR$	Скорость кодирования с упреждающей коррекцией ошибок (числовой коэффициент)	Число
$r_{rf}$	Коэффициент повторных передач вследствие замирания и помех в прямом направлении (число от 0 до 1)	Число
$R_{uwf}$	Скорость передачи и переноса уникального слова	кбит/с
$R_{iracr}$	Скорость передачи данных после кодирования в обратном направлении	кбит/с
$R_{irbcr}$	Скорость передачи данных до кодирования в обратном направлении	кбит/с
$CR$	Скорость кодирования с упреждающей коррекцией ошибок (числовой коэффициент)	Число
$R_p$	Скорость передачи преамбулы	кбит/с
$r_{rr}$	Коэффициент повторных передач вследствие замирания, помех и конфликтов в обратном направлении (число от 0 до 1)	Число
$BWd_{ig}$	Расчетная ширина полосы для определенного типа несущей ( $i$ )	кГц
$Dd_i$	Ширина полосы, выделенная для каждого типа несущей сигнала данных	кГц
$SRx_{ig}$	Потребности в спектре для управления сетью для станции GES и т. д.	кГц
$SRd_g$	Требуемая ширина полосы на один луч и станцию GES	кГц
$SRd$	Общие потребности в спектре для несущих сигналов данных в луче	кГц
$Nv_{iming}$	Минимальное количество каналов на одну станцию GES, необходимое для каждого типа звуковой несущей	Целое число
$Nv_{iErt-Bcal}$	Количество каналов на одну станцию GES, рассчитанное при помощи	Целое число

Параметр	Описание	Принятая в методике единица измерения
	формулы Эрланга В для каждого типа звуковой несущей	
$Nv_{ig}$	Максимальное количество каналов на одну станцию GES, необходимое для каждого типа звуковой несущей	Целое число
$Dv_i$	Ширина полосы для одного типа несущей	кГц
$Va_{voice}$	Объем голосового трафика, передаваемый одной станцией AES в период наибольшей нагрузки	мин
$Va_{ISDN}$	Объем трафика ЦСИС с коммутацией каналов, передаваемого одной станцией AES в период наибольшей нагрузки	мин
$ACb_{gv}$	Скорректированное количество станций AES на один луч или скорректированное количество станций AES, относящееся к каждой станции GES, обслуживающей луч, для трафика сети голосовой связи с коммутацией каналов	Число
$ACb_{gISDN}$	Скорректированное количество станций AES на один луч или скорректированное количество станций AES, относящееся к каждой станции GES, обслуживающей луч, для трафика ЦСИС с коммутацией каналов	Число
$Vb_{gvoice}$	Общий трафик сети голосовой связи с коммутацией каналов для одной станции GES в заданном луче в период наибольшей нагрузки	Эрл
$Vb_{gISDN}$	Общий трафик ЦСИС с коммутацией каналов для одной станции GES в заданном луче в период наибольшей нагрузки	Эрл
$Vb_{gvoicejf}$	Общий трафик сети голосовой связи с коммутацией каналов для типа звуковой поднесущей ( $j$ ) в прямом направлении	Эрл
$Vb_{gvoicejr}$	Общий трафик сети голосовой связи с коммутацией каналов для типа звуковой поднесущей ( $j$ ) в обратном направлении	Эрл
$Vb_{gISDNjf}$	Общий трафик ЦСИС с коммутацией каналов для типа поднесущей ЦСИС ( $j$ ) в прямом направлении	Эрл
$Vb_{gISDNjr}$	Общий трафик ЦСИС с коммутацией каналов для типа поднесущей ЦСИС ( $j$ ) в обратном направлении	Эрл
$Brv_{jf}$	Отношение объема трафика для типа звуковой поднесущей ( $j$ ) к общему объему трафика сети голосовой связи с коммутацией каналов в прямом направлении	Число
$Brv_{jr}$	Отношение объема трафика для типа звуковой поднесущей ( $j$ ) к общему объему трафика сети голосовой связи с коммутацией каналов в обратном направлении	Число
$br_{ISDNjf}$	Отношение объема трафика для типа поднесущей ЦСИС ( $j$ ) к общему объему трафика ЦСИС с коммутацией каналов в прямом направлении	Число
$br_{ISDNjr}$	Отношение объема трафика для типа поднесущей ЦСИС ( $j$ ) к общему объему трафика ЦСИС с коммутацией каналов в обратном направлении	Число
$Pd_{StdIPf}$	Пиковая скорость передачи данных для одного луча для стандартного IP-трафика в прямом направлении	кбит/с
$Pd_{StdIPr}$	Пиковая скорость передачи данных для одного луча для стандартного IP-трафика в обратном направлении	кбит/с
$Pd_{kStdIPf}$	Пиковая скорость передачи данных для одного луча, соответствующая определенному типу поднесущей ( $k$ ), для стандартного IP-трафика в прямом направлении	кбит/с
$Pd_{kStdIPr}$	Пиковая скорость передачи данных для одного луча, соответствующая определенному типу поднесущей ( $k$ ), для стандартного IP-трафика в обратном направлении	кбит/с
$br_{kStdIP}$	Коэффициент типа поднесущей ( $k$ ) стандартного IP-трафика	Число
$Pd_{StdIPf}$	Пиковая скорость передачи данных для одного луча для потокового IP-трафика в прямом направлении	кбит/с

Параметр	Описание	Принятая в методике единица измерения
$Pd_{StrIPr}$	Пиковая скорость передачи данных для одного луча для потокового IP-трафика в обратном направлении	кбит/с
$Pd_{kStrIPf}$	Пиковая скорость передачи данных для одного луча, соответствующая определенному типу поднесущей ( $k$ ), для потокового IP-трафика в прямом направлении	кбит/с
$Pd_{kStrIPr}$	Пиковая скорость передачи данных для одного луча, соответствующая определенному типу поднесущей ( $k$ ), для потокового IP-трафика в обратном направлении	кбит/с
$brd_{kStrIP}$	Коэффициент типа поднесущей ( $k$ ) потокового IP-трафика	Число
$Tb_{StdIP}$	Общий объем стандартного IP-трафика данных	кбит
$Tb_{StrIP}$	Общий объем потокового IP-трафика данных	кбит
$Nd_{kStdIPgf}$	Необходимое количество определенных поднесущих стандартной передачи по IP для одного луча и станции GES в прямом направлении	Целое число
$Nd_{kStdIPgr}$	Необходимое количество определенных поднесущих стандартной передачи по IP для одного луча и станции GES в обратном направлении	Целое число
$Pd_{kStdIPf}$	Пиковая скорость передачи данных, поддерживаемая типом поднесущей ( $k$ ) стандартной передачи по IP, в прямом направлении	кбит/с
$Pd_{kStdIPr}$	Пиковая скорость передачи данных, поддерживаемая типом поднесущей ( $k$ ) стандартной передачи по IP, в обратном направлении	кбит/с
$Cd_{kStdIPf}$	Эффективная скорость передачи данных, то есть пропускная способность нормированных поднесущих стандартной передачи данных по IP с учетом служебной информации канала и других сопутствующих факторов в прямом направлении	кбит/с
$Cd_{kStdIPr}$	Эффективная скорость передачи данных, то есть пропускная способность нормированных поднесущих стандартной передачи данных по IP с учетом служебной информации канала и других сопутствующих факторов в обратном направлении	кбит/с
$Nd_{kStrIPgf}$	Необходимое количество определенных поднесущих потоковой передачи данных по IP для одного луча и станции GES в прямом направлении	Целое число
$Nd_{kStrIPgr}$	Необходимое количество определенных поднесущих потоковой передачи данных по IP для одного луча и станции GES в обратном направлении	Целое число
$Pd_{kStrIPf}$	Пиковая скорость передачи данных, поддерживаемая типом поднесущей ( $k$ ) потоковой передачи по IP, в прямом направлении	кбит/с
$Pd_{kStrIPr}$	Пиковая скорость передачи данных, поддерживаемая типом поднесущей ( $k$ ) потоковой передачи по IP, в обратном направлении	кбит/с
$Cd_{kStrIPf}$	Эффективная скорость передачи данных, то есть пропускная способность нормированных поднесущих потоковой передачи данных по IP с учетом служебной информации канала и других сопутствующих факторов в прямом направлении	кбит/с
$Cd_{kStrIPr}$	Эффективная скорость передачи данных, то есть пропускная способность нормированных поднесущих потоковой передачи данных по IP с учетом служебной информации канала и других сопутствующих факторов в обратном направлении	кбит/с
$R_{Tk}$	Скорость передачи на поднесущей	кбит/с
$R_{uw}$	Скорость передачи уникального слова	кбит/с
$R_{pi}$	Скорость передачи пилот-сигнала	кбит/с
$R_{gr}$	Скорость передачи защитного интервала и интервала нарастания непрерывного сигнала	кбит/с



Параметр	Описание	Принятая в методике единица измерения
$R_{irber-weuw}$	Скорость передачи данных до кодирования с встроенным уникальным словом в обратном направлении	кбит/с
$R_{euw}$	Скорость передачи встроенного уникального слова	кбит/с
$N_{vi_{gvoicef}}$	Количество звуковых поднесущих, необходимое для передачи трафика сети голосовой связи с коммутацией каналов в прямом направлении	Целое число
$N_{vi_{voice\_min\ gf}}$	Минимальное количество поднесущих на одну станцию GES, необходимое для каждого типа звуковой поднесущей в прямом направлении	Целое число
$N_{vi_{voice\ Erl- Bcalr}}$	Количество поднесущих, рассчитанное при помощи формулы Эрланга В для каждого типа звуковой поднесущей в прямом направлении	Целое число
$N_{vi_{gvoicer}}$	Количество звуковых поднесущих, необходимое для передачи трафика сети голосовой связи с коммутацией каналов в обратном направлении	Целое число
$N_{vi_{voice\_min\ gr}}$	Минимальное количество поднесущих на одну станцию GES, необходимое для каждого типа звуковой поднесущей в обратном направлении	Целое число
$N_{vi_{voice\ Erl- Bcalr}}$	Количество поднесущих, рассчитанное при помощи формулы Эрланга В для каждого типа звуковой поднесущей в обратном направлении	Целое число
$N_{vi_{gISDNf}}$	Количество поднесущих ЦСИС, необходимое для передачи трафика ЦСИС с коммутацией каналов в прямом направлении	Целое число
$N_{vi_{ISDN\_min\ gf}}$	Минимальное количество поднесущих на одну станцию GES, необходимое для каждого типа поднесущей ЦСИС в прямом направлении	Целое число
$N_{vi_{ISDN\ Erl- Bcalr}}$	Количество поднесущих, рассчитанное при помощи формулы Эрланга В для каждого типа поднесущей ЦСИС в прямом направлении	Число
$N_{vi_{gISDNr}}$	Количество поднесущих ЦСИС, необходимое для передачи трафика ЦСИС с коммутацией каналов в обратном направлении	Целое число
$N_{vi_{ISDN\_min\ gr}}$	Минимальное количество поднесущих на одну станцию GES, необходимое для каждого типа поднесущей ЦСИС, в обратном направлении	Целое число
$N_{vi_{ISDN\ Erl- Bcalr}}$	Количество поднесущих, рассчитанное при помощи формулы Эрланга В для каждого типа поднесущей ЦСИС в обратном направлении	Целое число
$Dd_{CS-voicef}$	Ширина полосы, выделенная каждому типу звуковой поднесущей ( $i$ ) в прямом направлении	кГц
$BW_{CS-voicef}$	Требования к ширине полосы для услуг сети голосовой связи с коммутацией каналов в прямом направлении	кГц
$Dd_{CS-voiceir}$	Ширина полосы, выделенная каждому типу звуковой поднесущей ( $i$ ) в обратном направлении	кГц
$BW_{CS-voicer}$	Требования к ширине полосы для услуг сети голосовой связи с коммутацией каналов в обратном направлении	кГц
$Dd_{CS-ISDNf}$	Ширина полосы, выделенная каждому типу поднесущей ЦСИС ( $i$ ) в прямом направлении	кГц
$BW_{CS-ISDNf}$	Требования к ширине полосы для услуг ЦСИС с коммутацией каналов в прямом направлении	кГц
$Dd_{CS-ISDNr}$	Ширина полосы, выделенная каждому типу поднесущей ЦСИС ( $i$ ) в обратном направлении	кГц
$BW_{CS-ISDNr}$	Требования к ширине полосы для услуг ЦСИС с коммутацией каналов в обратном направлении	кГц
$Dd_{StdIPkf}$	Ширина полосы, выделенная каждому типу поднесущей стандартной передачи по IP ( $k$ ) в прямом направлении	кГц

Параметр	Описание	Принятая в методике единица измерения
$BW_{StdIPf}$	Требования к ширине полосы для услуг стандартной передачи данных по IP в прямом направлении	кГц
$Dd_{StdIPkr}$	Ширина полосы, выделенная каждому типу поднесущей стандартной передачи по IP ( $k$ ) в обратном направлении	кГц
$BW_{StdIPr}$	Требования к ширине полосы для услуг стандартной передачи данных по IP в обратном направлении	кГц
$Dd_{StdIPkf}$	Ширина полосы, выделенная каждому типу поднесущей потоковой передачи по IP ( $k$ ) в прямом направлении	кГц
$BW_{StdIPf}$	Требования к ширине полосы для услуг потоковой передачи данных по IP в прямом направлении	кГц
$Dd_{StdIPkr}$	Ширина полосы, выделенная каждому типу поднесущей потоковой передачи по IP ( $k$ ) в обратном направлении	кГц
$BW_{StdIPr}$	Требования к ширине полосы для услуг потоковой передачи данных по IP в обратном направлении	кГц
$Xf$	Ширина полосы одной несущей в прямом направлении	кГц
$Xr$	Ширина полосы одной несущей в обратном направлении	кГц
$SR_{NGESf}$	Потребности в спектре для управления сетью для станции GES в прямом направлении	кГц
$SR_{NGESr}$	Потребности в спектре для управления сетью для станции GES (при наличии) в обратном направлении	кГц
$SRdf$	Требуемый спектр для трафика данных на один луч в прямом направлении	кГц
$SRvf$	Требуемый спектр для голосового трафика на один луч в прямом направлении	кГц
$SRbf$	Требуемый спектр для трафика широкополосной службы обеспечения безопасности на один луч в прямом направлении	кГц
$SRdr$	Требуемый спектр для трафика данных на один луч в обратном направлении	кГц
$SRvr$	Требуемый спектр для голосового трафика на один луч в обратном направлении	кГц
$SRbr$	Требуемый спектр для трафика широкополосной службы обеспечения безопасности на один луч в обратном направлении	кГц
$SRf$	Требуемый спектр для одного луча в прямом направлении	кГц
$SRr$	Требуемый спектр для одного луча в обратном направлении	кГц

## Прилагаемый документ 2 к Приложению 1

### Примеры расчета потребностей службы ВПС(R)С в спектре

Настоящий Прилагаемый документ содержит примеры расчетов и пояснения на основе подхода, представленного в Приложении 1. В первой электронной таблице приведен пример расчета, применимый к системам, не предоставляющим услуги широкополосных служб обеспечения безопасности; вторая электронная таблица представляет пример расчета, применимый к системам, предоставляющим исключительно услуги широкополосных служб обеспечения безопасности.

Пример расчета, применимый к системам, не предоставляющим услуги широкополосных служб обеспечения безопасности



AMS(R)S\_methodology example calculation

Пример расчета, применимый к системам, предоставляющим исключительно услуги широкополосных служб обеспечения безопасности



AMS(R)S\_methodology example calculation

---