

## ОТЧЕТ МСЭ-R М.2033

**Задачи и требования к радиосвязи для обеспечения общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях**

(2003 г.)

**1 Сфера охвата**

Целью настоящего Отчета является определение задач и требований к системе связи для обеспечения общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях (PPDR) для внедрения будущих передовых решений для удовлетворения эксплуатационных потребностей организаций PPDR к 2010 году. В частности, в нем описаны задачи, приложения, требования, методика расчета потребности в спектре и решений для обеспечения совместимости сетей.

Настоящий Отчет разработан в ходе подготовки пункта 1.3 повестки дня ВКР-03:

"рассмотреть возможность идентификации глобально/регионально гармонизированных полос частот, в разумных пределах, для внедрения будущих новейших решений, предназначенных для удовлетворения потребностей организаций обеспечивающих общественную безопасность, включая те, которые оказывают помощь при чрезвычайных ситуациях и бедствиях, и, при необходимости, сформулировать регуляторные положения, учитывая Резолюцию **645 (ВКР-2000)**".

В Резолюции 645 (ВКР-2000) поручалось МСЭ-R "в срочном порядке выполнить исследования по определению полос частот, которые могли бы быть использованы на глобальном/региональном уровне администрациями, намеревающимися внедрить будущие решения для удовлетворения потребностей организаций обеспечивающие общественную безопасность, включая те, которые оказывают помощь при чрезвычайных ситуациях и бедствиях"; и "в срочном порядке выполнить исследования по регламентарным положениям, необходимым для определения для этих целей глобально/регионально гармонизированных полос частот". В Резолюции 645 (ВКР-2000) также поручалось МСЭ-R "... выполнить исследования по разработке Резолюции, определяющей технические и эксплуатационные основы для глобальных международных перевозок оборудования радиосвязи в ситуациях, связанных с оказанием помощи при чрезвычайных ситуациях и бедствиях". Рекомендация МСЭ-R М.1637 является дополнительным руководством по этому вопросу.

**2 Базовая информация**

Радиосвязь стала чрезвычайно важным инструментом для организаций, обеспечивающих общественную безопасность, и оказывают помощь при чрезвычайных ситуациях и бедствиях (PPDR), в том смысле, что от нее во многом зависит связь PPDR. Иногда радиосвязь оказывается единственно доступным видом связи.

Для обеспечения эффективной связи организации и ведомства PPDR определили набор целей и требований, который включает в себя совместимость, надежность, функциональность, безопасность работы и быстрое установление соединения<sup>1</sup> в каждом районе использования. Учитывая, что потребности организаций и агентств PPDR в средствах радиосвязи постоянно растут, будущие передовые решения, используемые в системах связи PPDR, будут требовать более высоких скоростей передачи данных, а также возможности передачи видеосигналов и мультимедийной информации.

---

<sup>1</sup> Быстрое установление соединения означает сокращение времени ответа для доступа в конкретную сеть.

Настоящий Отчет является частью процесса определения таких задач и требований организаций PPDR, которые удовлетворяли бы их будущие потребности. Организации PPDR будут осуществлять свою связь в сложных условиях, в которых требуется учитывать следующие факторы:

- a) интересы многих организаций (например, правительств, провайдеров услуг, производителей);
- b) изменяющаяся регламентарная структура для поставщиков оборудования, предназначенного для систем связи PPDR;
- c) что приложения PPDR могут быть узкополосными, широкополосными или сверхширокополосными, или объединять в себе все три варианта;
- d) необходимость обеспечения совместимости и взаимодействия между сетями;
- e) необходимость обеспечения высоких уровней безопасности;
- f) потребности развивающихся стран;
- g) Справочник МСЭ-D по использованию средств связи при бедствиях;
- h) потребности стран, особенно развивающихся стран, в недорогом оборудовании связи для организаций и агентств, обеспечивающих общественную безопасность и оказывающих помощь при чрезвычайных ситуациях и бедствиях;
- i) что Межправительственная конференция по электросвязи во время чрезвычайных ситуаций 1998 года (ICET-98), в которой приняли участие 76 стран и различные межправительственные и неправительственные организации, приняла Конвенцию Тампере о предоставлении телекоммуникационных ресурсов для смягчения последствий бедствий и осуществления операций по оказанию помощи. В 1998 году 33 государства подписали эту всеобъемлющую Конвенцию, которая содержит также статью, касающуюся устранения регуляторных барьеров;
- j) что Рабочая группа по электросвязи в чрезвычайных ситуациях, которая также является Референтной группой по электросвязи (RGT) Постоянного межведомственного комитета (IASC) по гуманитарным вопросам одобрила выделение частот в диапазонах ОВЧ и УВЧ, распределенных сухопутной подвижной службе для межведомственной координации работ по оказанию помощи при бедствиях, передачи экстренных сообщений и обеспечения безопасности связи в ходе оказания международной гуманитарной помощи, так как это указано в Приложении 3 к настоящему Отчету;
- k) что многие организации оказывающие помощь при бедствиях требуют независимости для выполнения своей гуманитарной миссии, поддерживая свою оперативную автономию при полном соблюдении законов стран, в которых они действуют;
- l) что при чрезвычайных ситуациях, когда большинство наземных сетей может быть разрушено или повреждено, любительские, спутниковые и другие – не наземные – сети могут предоставлять связь в целях обеспечения общественной безопасности и при бедствиях;

- m) что системы различных радиослужб, включая подвижную, фиксированную, подвижную спутниковую, фиксированную спутниковую и/или любительскую, могли бы поддерживать как современные, так и будущие передовые приложения связи для PPDR;
- n) что в некоторых странах национальные постановления и/или законодательство могут влиять на возможность использования коммерческих беспроводных сетей или систем организациями PPDR;
- o) что в настоящее время в некоторых странах коммерческие беспроводные системы предлагают поддержку, и, возможно, будут продолжать поддерживать приложения PPDR;
- p) что существует потенциальная возможность развития новых технологий, например, систем ИМТ-2000 и последующих поколений, а также интеллектуальных транспортных систем (ITS), которые смогут поддерживать или дополнять передовые приложения PPDR, и что такое использование будет отвечать потребностям рынка.

### 3 Гармонизация спектра

В настоящее время в различных странах огромные участки спектра в различных диапазонах уже используются для узкополосных приложений PPDR, однако следует отметить, что для удовлетворения будущих потребностей, включая узкополосные, широкополосные и сверхширокополосные приложения, нужно еще больше спектра. Опыт показал, что гармонизация спектра дает ряд преимуществ, например, это выгодно экономически, позволяет развивать совместимые сети и эффективные службы, а также обеспечивает совместимость на международном и национальном уровнях оборудования тех организаций, которым необходимо национальное и международное сотрудничество с другими ведомствами и организациями PPDR. В частности, среди возможных преимуществ могут быть следующие:

- экономия, обусловленная ростом масштаба производства оборудования;
- конкурентный рынок для закупок оборудования;
- повышение эффективности использования спектра;
- стабильность в планировании использования полос частот, то есть, разработка на глобальном/региональном уровне гармонизированных спектральных распределений, что может позволить более эффективно распределять спектр для сухопутных подвижных служб; и
- повышение эффективности при оказании помощи при бедствиях.

Выбирая пригодные частоты для PPDR, следует осознавать, что характеристики распространения сигнала на низких частотах позволяют передавать сигнал дальше, чем на высоких частотах, что делает низкочастотные системы потенциально менее дорогостоящими при развертывании в сельской местности. Более низкие частоты также иногда предпочтительны в городах, благодаря тому, что они лучше проникают сквозь стены зданий. Однако со временем диапазон низких частот перенасытился, и для предотвращения перегрузки, некоторые администрации сегодня используют несколько полос в разных участках спектра.

Чем больше полос частот с различными характеристиками распространения сигнала можно выделить, тем более сложно получить преимущество от экономии, обусловленной ростом масштаба производства оборудования. Следовательно, необходим баланс между количеством выделенных полос частот и местами их размещения.

#### 4 Аспекты использования полос частот для PPDR

На основании обзора МСЭ-R по связи в интересах PPDR, выполненного в течение исследовательского периода 2000–2003 гг., при участии более 40 стран – членов МСЭ и международных организаций, и на основании выводов, сделанных из этого обзора, следует сделать следующие замечания:

- a) В том, что касается полос частот, используемых для PPDR в различных странах, наблюдается очень мало единообразия.
- b) В то время, когда в большинстве стран полосы, используемые для обеспечения общественной безопасности, являются теми же, что используются для оказания помощи при бедствиях, в некоторых странах для этих целей используются различные полосы.
- c) Многие администрации назначили одну или несколько полос частот для узкополосных приложений PPDR. Следует отметить, что на исключительной основе для PPDR радиосвязи используются только отдельные участки перечисленных ниже диапазонов частот: 3–30 МГц, 68–88 МГц, 138–144 МГц, 148–174 МГц, 380–400 МГц (включая распределение СЕРТ полос 380–385/390–395 МГц), 400–430 МГц, 440–470 МГц, 764–776 МГц, 794–806 МГц и 806–869 МГц (включая распределение СИТЕЛ полос 821–824/866–869 МГц). Одна администрация выделила спектр для широкополосных и сверхширокополосных приложений PPDR.
- d) Некоторые администрации Района 3 используют, или планируют использовать, или уже идентифицировали для приложений PPDR участки полос частот 68–88 МГц, 138–144 МГц, 148–174 МГц, 380–399,9 МГц, 406,1–430 МГц и 440–502 МГц, 746–806 МГц, 806–824 МГц и 851–869 МГц. Некоторые администрации Района 3 также используют полосы 380–399,9 МГц, 746–806 МГц и 806–824 МГц с дуплексной полосой 851–869 МГц для правительственной связи.

Полосы, перечисленные в § c) и d) выше, и другие возможные полосы-кандидаты, их достоинства и недостатки подробно рассмотрены в Отчете СРМ-02 (§ 2.1.2.6), и перечислены в Приложении 2.1-1 к Отчету СРМ-02.

#### 5 Выводы

Используя результаты выполненных в МСЭ-R исследований, касающихся PPDR, в настоящем Отчете особое внимание уделено многочисленным задачам и требованиям к радиосвязи, которые могут быть необходимы для поддержания будущих передовых решений для PPDR приложений. В ходе подготовки настоящего отчета были сформулированы следующие области изучения:

- Приложение 1 Задачи радиосвязи для обеспечения общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях
- Приложение 2 Требования к радиосвязи для обеспечения общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях
- Приложение 3 Используемые в настоящее время частоты для узкополосных приложений для межведомственной координации передачи экстренных сообщений и обеспечения безопасности связи в ходе оказания международной гуманитарной помощи

- Приложение 4 Потребности в спектре для обеспечения общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях
- Приложение 5 Существующие и новые решения для поддержания совместимости для обеспечения общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях

## Приложение 1

### Задачи радиосвязи для общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях

#### 1 Общие задачи

Системы радиосвязи для общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях (PPDR) имеют целью решение следующих общих задач:

- a) предоставление радиосвязи, которая жизненно важна для:
  - поддержания законности и правопорядка;
  - своевременного реагирования на чрезвычайные ситуации, защиты жизни и имущества;
  - своевременного реагирования на ситуации оказания помощи при бедствиях;
- b) предоставление услуг, определенных выше в пункте а), на территории множества географических пунктов, включая города, пригороды, сельскую местность и удаленные районы;
- c) содействие в реализации будущих передовых решений, требующих более высоких скоростей передачи данных, видео и мультимедийной информации, используемой ведомствами и организациями PPDR;
- d) поддержание совместимости и взаимодействия между сетями, как национальными, так и для международных операций, в ситуациях, связанных с оказанием помощи при бедствиях и чрезвычайных ситуациях;
- e) обеспечение международной работы и роуминга для мобильных и портативных устройств;
- f) обеспечение эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра, необходимого для предоставления услуг по приемлемым ценам;
- g) обеспечение возможности применения разнообразных мобильных терминалов от тех, что достаточно малы для того, чтобы их мог переносить один человек, до тех, что устанавливаются на транспортных средствах;
- h) стимулирование взаимодействия различных стран по эффективному предоставлению необходимой гуманитарной помощи во время работ по оказанию помощи при бедствиях;
- i) предоставление услуг PPDR радиосвязи по ценам, приемлемым на всех рынках;
- j) учет потребностей развивающихся стран, включая предоставление ведомствам и организациям PPDR недорогих технических решений.

## 2 Технические задачи

Системы связи для PPDR имеют целью решение следующих технических задач:

- a) поддержка интеграции систем связи по передаче речи, данных и изображений;
- b) обеспечение дополнительного(ых) уровня(ей) безопасности, соответствующего(их) типу информации, передаваемой по каналам связи, связанным с различными приложениями и решениями PPDR связи;
- c) поддержка оборудования, которое работает в сложных и разнообразных условиях эксплуатации (труднопроходимые дороги, запыленность, экстремальные температуры и т. п.);
- d) обеспечение возможности использования ретрансляторов для покрытия связью больших расстояний между терминалами и базовыми станциями в сельских и удаленных районах, а также локализованных площадок с интенсивным трафиком;
- e) обеспечение быстрой установки соединения, радиовещательного вызова при помощи одного нажатия кнопки и возможности группового вызова.

## 3 Эксплуатационные задачи

Системы для PPDR имеют целью решение эксплуатационных задач, включая следующие:

- a) обеспечение безопасности связи, включая сквозное шифрование, аутентификацию терминала/сети;
- b) предоставление ведомствам и организациям PPDR таких возможностей управления связью, как мгновенное/динамическое изменение конфигурации, создание разговорных групп, получение гарантированного доступа, включая приоритетные вызовы и вызовы, требующие предварительного освобождения канала связи, групповые и всеобщие вызовы, обеспечение доступности спектра для нескольких агентств и организаций PPDR, координация и перенаправление вызовов;
- c) обеспечение связи в системе/сети и/или независимо от сети, например в режиме прямой связи (DMO), симплексном режиме и в режиме вызова нажатием одной кнопки;
- d) обеспечение надежного покрытия связью по техническим требованиям заказчика, особенно внутри помещений, например, под землей и в недоступных областях. Кроме того, обеспечение увеличения размеров или пропускной способности сот в сельских и удаленных районах или в сложных условиях во время бедствий и чрезвычайных ситуаций;
- e) обеспечение полномасштабного и непрерывного предоставления услуг при помощи таких мер, как избыточность ресурсов для работ в случае чрезвычайных ситуаций, достаточное увеличение пропускной способности для работы при частичном разрушении инфраструктуры, необходимой для успешного выполнения задач и обеспечения безопасности персонала PPDR;
- f) предоставление высококачественных услуг, включая мгновенное установление соединения и мгновенную возможность говорить после нажатия кнопки вызова, выживаемость при больших перегрузках, очень высокой степени успешного установления соединений и т. п.
- g) учет наличия различных приложений PPDR.

## Приложение 2

### Требования к радиосвязи для общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях

#### 1 Терминология

##### 1.1 Обеспечение общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях (PPDR)

В различных администрациях и в различных регионах существуют терминологические различия в понимании того, что такое радиосвязь для PPDR, и какова ее сфера применения. Для дальнейшего рассмотрения этой тематики будут использоваться следующие термины:

- *Радиосвязь для общественной безопасности (Public protection – PP)*: радиосвязь, используемая ответственными ведомствами и организациями, занимающимися поддержанием законности и порядка, защитой жизни и собственности и действиями в чрезвычайных ситуациях.
- *Радиосвязь для оказания помощи при бедствиях (Disaster relief – DR)*: радиосвязь, используемая ведомствами и организациями, действующими при серьезных нарушениях функционирования общества, создающих значительную широкомасштабную угрозу человеческой жизни, здоровью, имуществу или окружающей среде, обусловленных авариями, природными явлениями или деятельностью человека и возникающих как внезапно, так и в результате сложных долгосрочных процессов.

##### 1.2 Пригодность систем передачи речи, данных, графики и видео при проведении глобальных/региональных действий для обеспечения общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях

Операции по обеспечению общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях (PPDR) становятся все более и более зависимыми от электронных баз и систем обработки данных. Для повышения эффективности работы персонала по разрешению чрезвычайных ситуаций участникам восстановительных работ, таких как полиция, пожарные и скорая помощь, крайне необходим доступ к точной и подробной информации. Эта информация, как правило, хранится в офисных базах данных и включает в себя изображения, карты, архитектурные планы зданий, сведения о расположении опасных материалов и систем.

Не менее важна также передача информации с места событий к центрам оперативного управления и специальной информации. В качестве примера можно привести дистанционный контроль состояния пациентов и дистанционный видеоконтроль гражданских чрезвычайных ситуаций в реальном времени, включая применение робототехнических устройств управления. Более того, при стихийных бедствиях и чрезвычайных ситуациях, руководящими органами должны приниматься рискованные решения, на которые часто влияет качество и своевременность информации, поступающей с мест.

Эти приложения, как правило, требуют более высокой скорости передачи данных, чем обеспечивается современными приложениями PPDR. Ожидается, что внедрение будущих передовых приложений позволит повысить эффективность работ для обеспечения общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях.

### 1.3 Преимущества будущих технологий

Хотя передача речи будет оставаться важнейшей функцией при операциях PPDR, ключевую роль будут играть новые службы передачи данных и видео. Например, в настоящее время ведомства PPDR используют видеоприложения для наблюдения за местами преступлений и автотрассами, для мониторинга и оценки повреждений на местах лесных пожаров с борта воздушного судна, откуда видеоизображение в реальном времени передается в центры управления спасательных работ. Кроме того, растет спрос на полноценное видео и для других целей, например, для применения в чрезвычайных ситуациях робототехнических установок. Эти типы будущих передовых решений позволят создать локальные сети передачи речи, видео и данных, удовлетворяя потребности персонала, оказывающего помощь при чрезвычайных ситуациях.

Если бы эти будущие технологии были внедрены на глобальном уровне, то это могло бы уменьшить затраты на оборудование, повысить его доступность, увеличить потенциальную совместимость сетей, расширить взаимодействие, обеспечить более широкий диапазон возможностей и сократить время развертывания сетевой инфраструктуры.

Внедрение этих технологий может позволить ведомствам и организациям PPDR не только удовлетворять растущие потребности, но и внедрить передовые приложения передачи речи, текста, видео и другие высокоскоростные приложения передачи данных и службы, предназначенные для улучшения предоставления услуг. В этой связи, следует отметить, что любая разработка или планирование применения будущих технологий может потребовать пересмотра распределения спектра для приложений PPDR.

Если бы в приложениях PPDR использовалась технология IMT-2000, то это позволило бы применять коммерческие сети IMT-2000 в регионах, где развертывание специальных сетей экономически неэффективно. Технология IMT-2000 предназначена для самых разных условий – от сельской местности до городских кварталов с плотной застройкой. Коммерческие системы, которые развертываются с использованием технологии IMT-2000, могут не удовлетворять всем указанным требованиям систем PPDR. Однако, следует рассмотреть возможность применения этих технологий и систем, особенно, учитывая возможную экономию средств и их передовые характеристики.

### 1.4 Узкополосные, широкополосные, сверхширокополосные

Электросвязь для операций PPDR охватывает широкий диапазон радиослужб, например, фиксированную, подвижную, любительскую и спутниковую. Как правило, узкополосные технологии используются для PPDR в рамках наземной подвижной службы, тогда как широкополосные и сверхширокополосные технологии находят применение в приложениях PPDR всех служб радиосвязи.

Между администрациями и регионами существуют некоторые различия в понимании того, что означают понятия узкополосный, широкополосный и сверхширокополосный. Однако для рассмотрения данной проблемы МСЭ-R считает приемлемыми термины, описанные в § 1.4.1, 1.4.2 и 1.4.3:



### 1.4.1 Узкополосные (NB)

Реализация узкополосных приложений PPDR, как правило, осуществляется в ходе развертывания широкополосных сетей, включающих в свой состав цифровые транкинговые сети, обеспечивающие передачу речи и низкоскоростную передачу данных (например, заранее определенных статусных сообщений, данных в форме сообщений, обеспечения доступа к базам данных). В Отчете МСЭ-R М.2014 перечислено множество технологий и приведены присущие им размеры ширины полосы канала до 25 кГц, которые в настоящее время используются для реализации узкополосных приложений PPDR. В некоторых странах конкретная технология не определена, но они применяют спектрально-эффективные технологии.

### 1.4.2 Широкополосные (WB)

Ожидается, что широкополосные технологии будут передавать данные со скоростями в несколько сотен килобит в секунду (например, 384–500 кбит/с). Поскольку ожидается, что сети и будущие технологии могут потребовать более высоких скоростей передачи данных, в подвижных приложениях PPDR может быть введен совершенно новый класс приложений, включающих: беспроводную передачу больших блоков данных, передачу полномасштабного видео и соединения на базе протокола Интернет.

Применение в коммерческой сфере относительно высокоскоростной передачи данных позволяет говорить о широкой доступности разнообразных технологий, и, следовательно, будет стимулировать разработку специализированных приложений подвижной передачи данных. Короткие сообщения и электронная почта сегодня рассматриваются как обязательная часть любой системы связи для управления и контроля, и, следовательно, наиболее вероятно могли бы быть неотъемлемой частью любой будущей системы PPDR.

Широкополосная система беспроводной связи может сократить время установления соединения при организации доступа в интернет и другим информационным базам данных непосредственно с места бедствия или чрезвычайной ситуации. Ожидается, что это повлечет за собой разработку множества новых приложений безопасной связи для организаций PPDR.

Различные организации по стандартизации разрабатывают широкополосные системы для PPDR. Многие из этих разработок перечислены в Отчете МСЭ-R М.2014 и в Рекомендациях МСЭ-R М.1073, МСЭ-R М.1221 и МСЭ-R М.1457 с указанием ширины каналов в зависимости от спектральной эффективности технологий.

### 1.4.3 Сверхширокополосные (WB)

Сверхширокополосную технологию можно считать результатом эволюции широкополосных технологий. Сверхширокополосные приложения позволяют перейти на совершенно новый уровень функциональности, увеличивая скорости передачи данных и разрешения при передаче изображений. Следует отметить, что потребности в мультимедиа возможностях (несколько широкополосных и/или сверхширокополосных приложений работают одновременно и параллельно) формируют спрос на очень высокоскоростные системы беспроводной связи, развернутые в определенной местности с интенсивным трафиком (их часто называют "горячими точками" ("hot spot")) где работает персонал PPDR.

Сверхширокополосные приложения могут быть созданы в соответствии с потребностями небольших зон обслуживания (например, 1 кв. км и менее), и обеспечивать передачу речи, высокоскоростную передачу данных, высококачественного видео в реальном времени и мультимедийных приложений (со скоростями 1–100 Мбит/с) и шириной каналов, зависящей от спектральной эффективности технологий. Приведем примеры возможных приложений:

- передача видео с высоким разрешением от миниатюрных беспроводных камер на автомобильный портативный компьютер, используемый во время остановок в пути, для передачи информации о происшествиях, для видеонаблюдения за входами, например, в аэропорты с системами автоматического обнаружения на основе сравнения с эталонными изображениями, по признакам опасных материалов и иных параметрам;
- дистанционный контроль состояния пациентов и дистанционный осмотр отдельного пациента в реальном времени, требующий скорости до 1 Мбит/с. Потребность в пропускной способности можно легко предсказать во время спасательных операциях после крупного бедствия. Она может составлять более 100 Мбит/с в одном "хот-споте".

Сверхширокополосным системам свойственны решения, влекущие за собой снижение уровня шума и помех за счет уменьшения скорости передачи и зоны покрытия. В зависимости от технологии, одна широкополосная сеть может иметь области покрытия от нескольких метров до сотен метров, обеспечивая различные возможности многократного использования спектра. В совокупности, высокие скорости передачи данных и малые зоны покрытия открывают множество новых возможностей для приложений PPDR (сети, сформированные под потребности конкретной зоны, хот-споты и узкоспециализированные сети).

И, наконец, следует отметить, что сверхширокополосные приложения в настоящее время разрабатываются различными организациями по стандартизации, включая Project MESA.

## **2 Условия эксплуатации радиооборудования для PPDR**

В операциях PPDR могут встречаться самые разные условия эксплуатации радиооборудования, они описываются в настоящем разделе. Цель более подробного описания различных условий эксплуатации радиооборудования заключается в том, чтобы определить сценарии, которые, с точки зрения радиосвязи, могут налагать различные требования к применению PPDR приложений и определять их важность.

Описанные здесь сценарии PPDR могут служить основой для определения требований к PPDR и могут дополнять оценки необходимого спектра.

Сценарии включают в себя обычную ежедневную работу, крупномасштабные чрезвычайные ситуации или массовые мероприятия и бедствия. Они были разделены, поскольку они отличаются друг от друга по основным параметрам и могут налагать различные требования к связи PPDR.

### **2.1 Ежедневная работа**

Ежедневная работа – это работа, выполняемая в нормальном режиме и которую ведомства PPDR выполняют в рамках своей сферы полномочий. Обычно, подобные действия осуществляются в пределах государственных границ. Как правило, большая часть требований к спектру и инфраструктуре определяются с использованием этого сценария с учетом дополнительной емкости для учета нештатных чрезвычайных ситуаций. По большей части, ежедневная работа имеет минимальное отношение к чрезвычайным ситуациям. В таблицах 2 и 3 ежедневная работа обозначена как PP (1).

## 2.2 Крупномасштабные чрезвычайные ситуации и/или массовые мероприятия

Крупномасштабные чрезвычайные ситуации и/или массовые мероприятия – это ситуации, в которых ведомства общественной безопасности действуют в конкретной области в рамках своей сферы полномочий; однако, от них требуется выполнять свои обычные обязанности и в других местах в рамках своей сферы полномочий. Масштаб и природа события может потребовать дополнительных ресурсов PPDR от смежных ведомств, иностранных ведомств или международных организаций. В большинстве случаев, либо существуют готовые планы действий, либо имеется некоторое время для планирования и координации потребностей.

Примерами ситуаций, соответствующих такому сценарию, являются пожар в 3-4 кварталах большого города (например Нью-Йорка или Нью-Дели) или большой лесной пожар. Примером является также массовое мероприятие (национальное или международное), например встреча глав правительств стран Британского Содружества (СНОГМ), Саммит G8, Олимпийские игры и т. п.

Как правило, к месту таких мероприятий доставляется дополнительное оборудование радиосвязи в требуемых количествах. Это оборудование может присоединяться или не присоединяться к существующей сетевой инфраструктуре.

В таблицах 2 и 3 крупномасштабные чрезвычайные ситуации и/или массовые мероприятия обозначены как РР (2).

## 2.3 Бедствия

Бедствия могут быть вызваны как природными явлениями, так и деятельностью человека. Например, стихийные бедствия включают в себя землетрясение, крупный тропический шторм, крупный град, наводнение и т. п. Примерами бедствий, вызванных деятельностью человека, являются крупные преступления или вооруженные конфликты. Как правило, и при этом используются и существующие системы связи для общественной безопасности, и специальное оборудование связи, доставляемое организациями, оказывающими помощь при бедствиях.

Даже в областях, где существуют пригодные наземные службы, в случае бедствия значительную роль будут играть системы ПСС. Существующие наземные службы могут быть повреждены, или могут быть не способны удовлетворить спрос на трафик, возросший в результате бедствия. В таких случаях надежным решением являются спутниковые службы. Полосы частот, используемые системами ПСС, как правило, глобально гармонизированы. Однако международные перевозки терминалов в случаях бедствий, как признано конвенцией Тампере, является чрезвычайно важным вопросом. Совершенно необходимо, чтобы соседние страны, которые могут обладать терминалами ПСС на случай чрезвычайных обстоятельств, имели бы возможность предоставить первоначальную, необходимую связь с минимальной задержкой. С этой целью желательна разработка перспективных двусторонних и многосторонних соглашений, которая может быть выполнена, например, в рамках Меморандума о взаимопонимании в области глобальной мобильной персональной спутниковой связи (GMPCS-MoU).

Некоторые ведомства и организации PPDR, а также группы радиолюбителей используют узкополосные ВЧ системы, включая режимы передачи данных и речи. Другие технологии, такие как цифровая передача речи, высокоскоростная передача данных, работающие в наземных или спутниковых сетях связи, в настоящее время находятся на ранней стадии внедрения.

В таблицах 2 и 3 бедствия обозначены как DR.

### 3 Требования

В таблицах 2 и 3 суммируются положения из § 3.1 и 3.2, которые описывают требования к PPDR приложениям и пользовательские требования.

Учитывая эти сведения, важно отметить, что организации общественной безопасности в настоящее время используют различные виды подвижных систем или их комбинаций, описанных ниже в таблице 1<sup>2</sup>.

ТАБЛИЦА 1

#### Системы подвижной связи, используемые для общественной безопасности

№	Принадлежность сети	Оператор	Пользователь(и)	Распределение спектра
a	Организация общественной безопасности	Организация общественной безопасности	Только для общественной безопасности	Для общественной безопасности
b	Организация общественной безопасности	Коммерческий	Только для общественной безопасности	Для общественной безопасности
c	Коммерческие сети	Коммерческий	Только для общественной безопасности	Для общественной безопасности или коммерческие сети
d	Коммерческие сети	Коммерческий	Совместное использование с приоритетом общественной безопасности	Для общественной безопасности или коммерческие сети
e	Коммерческие сети	Коммерческий	Совместное использование, общественная безопасность рассматривается как обычный пользователь	Коммерческие сети

Пункты b), c), d) и e) в таблице 1 в некоторых странах в настоящее время используются организациями РР для дополнения их собственных систем, или, в ряде случаев для обеспечения всех их потребностей в связи, но это не обязательно относится ко всем пунктам таблиц 2 и 3. Вероятно, что этот процесс будет продолжаться в будущем, в частности, с внедрением передовых решений беспроводной связи, таких как IMT-2000.

Некоторые приложения, перечисленные в § 3.1.3 и таблице 2, могут в значительной степени зависеть от коммерческих систем, тогда как другие приложения для тех же организаций РР могут быть полностью независимы от коммерческих систем.

<sup>2</sup> Примеры типов подвижных систем приведены в Рекомендациях МСЭ-R М.1073, МСЭ-R М.1457 и в Отчете МСЭ-R М.2014.

### 3.1 Приложения

#### 3.1.1 Общие положения

- a) Могли бы предоставляться приложения, используемые для ежедневной работы и чрезвычайных ситуаций, и для обеспечения общественной безопасности, так как это описано в таблице 2.
- b) Могли бы предоставляться приложения, используемые для работ по оказанию помощи при бедствиях, так как это описано в таблице 2.
- c) Могла бы быть разрешена региональная и/или глобальная гармонизация спектра для реализации приложений PPDR, если такое требование определено указанных нужд.
- d) Могли бы быть разработаны приложения для PPDR, способные работать с различными терминалами, включая портативные и устанавливаемые на транспортном средстве.
- e) В § 2 настоящего Приложения дано описание условий для работы PPDR.

#### 3.1.2 Требования к доступности приложений

Потенциальная доступность приложений PPDR может зависеть от различных условий. Например, от стоимости, регуляторных правил и законодательства страны, сфер полномочий PPDR, потребностей территории, которую необходимо обслужить. Решение о том, какие именно приложения и возможности будут предоставлены различными организациями PPDR, должны быть приняты самими этими организациями.

#### 3.1.3 Предполагаемые приложения

В таблице 2 перечислены предполагаемые приложения с конкретными возможностями и примерами PPDR услуг. Эти приложения разделены на узкополосные, широкополосные или сверхширокополосные для того, чтобы указать, какие технологии, наиболее вероятно, будут востребованы для организации конкретных приложений и их возможностей. Кроме того, для каждого примера указана степень важности (высокая, средняя или низкая) для PPDR этого конкретного приложения и возможности. Это фактор важности приведен для трех условий эксплуатации радиооборудования, описанных в Приложении 2, § 2.1 "Ежедневная работа", § 2.2 "Крупномасштабные чрезвычайные ситуации и/или массовые мероприятия", и § 2.3 "Бедствия", обозначенных как PP (1), PP (2) и DR, соответственно.

ТАБЛИЦА 2

#### Приложения и примеры PPDR

Приложение	Возможность	Пример PPDR услуги	Важность <sup>(1)</sup>		
			PP (1)	PP (2)	DR
<i>1. Узкополосные</i>					
Передача речи	Между двумя абонентами	Селективный вызов и адресация	Н	Н	Н
	Один-ко-многим	Диспетчерская и групповая связь	Н	Н	Н
	Разговор/режим прямой связи	Группы связи для портативных терминалов (подвижный-подвижный), находящихся поблизости, без инфраструктуры	Н	Н	Н

ТАБЛИЦА 2 (продолжение)

Приложение	Возможность	Пример PPDR услуги	Важность <sup>(1)</sup>		
			PP (1)	PP (2)	DR
Передача речи (продолжение)	Нажмите и говорите	Нажмите и говорите	Н	Н	Н
	Мгновенный доступ к каналу передачи речи	Нажмите и говорите и приоритетный селективный доступ	Н	Н	Н
	Безопасность	Шифрование речи/ скремблирование	Н	Н	М
Факсимильная передача	Между двумя абонентами	Статусные, короткие сообщения	L	L	Н
	Один-ко-многим (радиовещательная передача)	Аварийный вызов диспетчера (например адрес, состояние дел в районе бедствия)	L	L	Н
	Между двумя абонентами	Статусные, короткие сообщения, короткие электронные сообщения	Н	Н	Н
Передача сообщений	Один-ко-многим (радиовещательная передача)	Аварийный вызов диспетчера (например адрес, состояние дел в районе бедствия)	Н	Н	Н
Безопасность	Приоритетный/ мгновенный доступ	Нажатие кнопки сигнала тревоги	Н	Н	Н
Телеметрия	Определение местонахождения	Данные GPS о широте и долготе	Н	М	Н
	Данные от сенсоров	Телеметрические данные состояния автомобиля	Н	Н	М
		ЭКГ (электрокардиография)	Н	Н	М
Доступ к базам данных (минимальный размер записи)	Записи в виде стандартных форм	Доступ к данным о водительских правах	Н	Н	М
		Доступ к данным о преступлениях/пропавших людях	Н	Н	М
	Отчет о происшествии в виде стандартного бланка	Заполнение отчета с места работ	Н	Н	Н
<b>2. Широкополосные</b>					
Передача сообщений	Эл. почта, возможно с приложениями	Обычные электронные сообщения	М	М	L
Передача данных Разговор/режим прямой связи	Прямая связь между терминалами без дополнительной инфраструктуры	Прямая связь между портативными терминалами, связь в месте происшествия	Н	Н	Н

ТАБЛИЦА 2 (продолжение)

Приложение	Возможность	Пример PPDR услуги	Важность <sup>(1)</sup>		
			PP (1)	PP (2)	DR
Доступ к базам данных (записи среднего размера)	Запрос в виде форм и записей	Доступ к медицинским данным	Н	Н	М
		Списки опознанных людей/пропавшие люди	Н	Н	Н
		GIS (географические информационные системы)	Н	Н	Н
Передача текстовых файлов	Передача данных	Заполнение отчета с места события	М	М	М
		Система управления базой данных о преступниках	Н	М	Л
		Загрузка законодательной информации	М	М	Л
Передача изображений	Передача/прием компрессированных неподвижных изображений	Биометрия (отпечатки пальцев)	Н	Н	М
		ID фото	Н	Н	М
		Составление ситуационных планов	Н	Н	Н
Телеметрия	Определение местонахождения и передача данных от сенсоров	Состояние транспортного средства	Н	Н	Н
Безопасность	Приоритетный доступ	Помощь тяжелобольным	Н	Н	Н
Видео	Передача/прием сжатого видеосигнала	Видеоролики	М	Л	Л
		Контроль состояния пациента (может потребоваться выделенная линия)	М	М	М
		Видеорепортаж о происходящем событии	Н	Н	М
Интерактивная связь	Определение местоположения	Система 2-сторонней связи	Н	Н	М
		Интерактивная система определения местоположения	Н	Н	Н
<b>3. Сверхширокополосные</b>					
Доступ к базам данных	Доступ в интранет/интернет	Доступ к архитектурным планам зданий, мест расположения опасных материалов	Н	Н	Н

ТАБЛИЦА 2 (окончание)

Приложение	Возможность	Возможность	Важность <sup>(1)</sup>		
			PP (1)	PP (2)	DR
Доступ к базам данных (продолжение)	Поиск информации на веб-сайтах	Поиск в директории организации PPDR, например телефонного номера	М	М	Л
Роботизированное управление	Дистанционное управление робототехническими устройствами	Роботы, разряжающие бомбы, роботы, передающие видеосигнал/изображения	Н	Н	М
Видео	Потоковое видео, передача видеозображения в реальном времени	Передача видеозображения от миниатюрных беспроводных камер, используемых при ликвидации пожара в здании	Н	Н	Н
		Передача видеосигнала или изображения в приложениях телемедицины	Н	Н	Н
		Наблюдение за местом происшествия при помощи фиксированных или дистанционно управляемых робототехнических устройств	Н	Н	М
		Оценка состояния мест пожара/наводнения с борта воздушного судна	М	Н	М
Передача изображений	Передача изображений с высоким разрешением	Прием изображений от спутниковой службы исследования Земли	Л	Л	М
		Передача медицинских изображений в реальном времени	М	М	М

<sup>(1)</sup> Важность конкретного приложения при использовании его для PPDR указана как высокая (Н), средняя (М) или низкая (Л). Этот показатель важности указывается для трех условий эксплуатации радиооборудования: "Ежедневная работа", "Крупномасштабные чрезвычайные ситуации и/или общественные мероприятия" и "Бедствия", обозначенных как PP (1), PP (2) и DR, соответственно.

### 3.2 Требования пользователя

Данный раздел описывает требования будущих пользователей систем PPDR. Приводятся общие технологические, функциональные и эксплуатационные требования. Хотя некоторые из этих требований не относятся конкретно к сети или системе радиосвязи, используемой организацией PPDR, они влияют на разработку, реализацию и применение радиосвязи.



В таблице 3, в конце настоящего раздела дается общий обзор требований пользователя. Требования разделены на те же группы, что указаны в § 3.2.1–3.2.8, все основные параметры каждого из требований перечислены во втором столбце. Кроме того, для каждого примера указана степень важности (высокая, средняя или низкая) для PPDR этого конкретного приложения и возможности. Этот фактор важности приведен для трех условий эксплуатации радиооборудования, описанных в Приложении 2, § 2.1 "Ежедневная работа", § 2.2 "Крупномасштабные чрезвычайные ситуации и/или массовые мероприятия", и § 2.3 "Бедствия", обозначенных как PP (1), PP (2) и DR, соответственно.

Выбор конкретных PPDR приложений и возможностей, которые должны обеспечиваться в каждой конкретной области, – это вопрос, который решает каждое конкретное государство или оператор. Однако следующие требования влияют на возможности службы.

### **3.2.1 Системные требования**

#### **3.2.1.1 Поддержка нескольких приложений**

По желанию организации PPDR, системы, обслуживающие PPDR, должны быть способны поддерживать широкий спектр приложений, указанных в § 3.2.

#### **3.2.1.2 Одновременное использование нескольких приложений**

По желанию организации PPDR, системы, обслуживающие PPDR, должны одновременно поддерживать нескольких приложений с различными скоростями.

Некоторые пользователи систем PPDR могут потребовать интеграции нескольких приложений (например, передача речи и низко/среднескоростная передача данных) по полномасштабной сети или по высокоскоростной сети до областей обслуживания с высокой интенсивностью трафика.

#### **3.2.1.3 Приоритетный доступ**

По желанию организации PPDR, системы, обслуживающие PPDR, должны поддерживать передачу трафика с высоким приоритетом и, по возможности, сокращать передачу трафика с низким приоритетом в ситуациях высокой загрузки. PPDR может потребовать исключительного использования частот или соответствующего высокоприоритетного доступа к другим системам.

#### **3.2.1.4 Требования по качеству обслуживания (GoS)**

В PPDR должно обеспечиваться необходимое качество обслуживания.

Пользователи PPDR могут потребовать также сокращения времени установления соединения для доступа к сети и информации непосредственно на месте происшествия, включая быструю аутентификацию абонента/сети.

#### **3.2.1.5 Область покрытия**

От системы PPDR, как правило, требуется обеспечить полное покрытие (для "нормального" трафика в рамках соответствующей юрисдикции) и/или области действия (на национальном уровне, уровне провинции/штата или на местном уровне). Это покрытие должно обеспечиваться 24 часа в сутки, 365 дней в году.

Обычно, системы, обслуживающие PPDR, разрабатываются для пиковых нагрузок с широким набором функций. В случае чрезвычайной ситуации или бедствия емкость системы может быть увеличена за счет дополнительных ресурсов или путем применения таких мер, как переконфигурация сетей, интенсивное использование режима прямой связи и мобильных ретрансляторов (NB, WB, BB), которые могут потребоваться для охвата локальных областей.

От систем, обслуживающие PPDR, также обычно требуется обеспечить надежное покрытие вне зданий и внутри них, покрытие удаленных областей, и покрытие подземных или недоступных территорий (например, туннелей, подвалов зданий). При этом огромные преимущества для непрерывной работы дает наличие соответствующей избыточности в оборудовании/инфраструктуре.

PPDR системы, как правило, не размещаются внутри множества зданий. Организации PPDR не имеют непрерывного потока доходов, которые позволили бы им устанавливать и поддерживать в рабочем состоянии интенсивную и плотную инфраструктуру. Городские PPDR системы разрабатываются для обеспечения высоконадежного покрытия отдельных мест вне зданий с ограниченным проникновением внутрь за счет прямого распространения сигнала сквозь стены зданий. Если же степень проникновения сквозь стены недостаточна, то в специально оборудованных зданиях или структурах типа туннелей могут располагаться вспомогательные системы. PPDR системы обычно используют соты с большими радиусами и более мощные, чем в коммерческих системах мобильные и носимые станции.

### 3.2.1.6 Возможности

PPDR пользователи стремятся (полностью или частично) управлять своей связью, включая центральную диспетчерскую (центр управления и контроля), регулирование доступа, диспетчерскую конфигурацию (разговорных групп), уровни приоритета, и обеспечение предварительного освобождения каналов (от других пользователей).

Может также требоваться быстрая динамическая переконфигурация системы, обслуживающей PPDR. Она предусматривает надежное администрирование и техническую поддержку (ОАМ), позволяющие менять статус и выполнять динамическую переконфигурацию. Особенно привлекательны возможности эфирного программирования портативных устройств.

От систем, обслуживающих PPDR, требуется устойчивость оборудования (например, надежность аппаратного и программного обеспечения, эксплуатации и технического обслуживания). Кроме того, требуется, чтобы оборудование могло работать, когда пользователь находится в движении. Может также требоваться наличие в оборудовании громкоговорителя (в условиях сильного шума), особых аксессуаров, например, специальных микрофонов, с которыми можно работать в перчатках, возможность работы в сложных условиях (жара, холод, пыль, дождь, вода, удары, вибрация, взрывоопасная обстановка и т. п.) и продолжительное время заряда батареи.

PPDR пользователи могут требовать, чтобы система имела возможности быстрой установки соединения, мгновенной работы "нажмите и говорите" и/или формирования группового/радиовещательного вызова путем нажатия одной кнопки. Может потребоваться голосовая (симплексная, прямая) связь с воздушными и морскими судами, управление робототехническими устройствами, автомобильные ретрансляторы (наличие ретранслятора позволяет расширить зону обслуживания до удаленных областей).

Поскольку общая тенденция развития телекоммуникаций – это переход на IP-решения, то от PPDR систем может потребоваться совместимость с IP или возможность взаимодействия с решениями на базе IP.

Могут потребоваться также соответствующие уровни взаимосвязи с сетями электросвязи общего пользования<sup>3</sup>. Решение относительно уровня взаимосвязи (т. е. для всех подвижных терминалов или для некоторого их процента) может быть основано на эксплуатационных требованиях к конкретной PPDR, типе доступа к сетям связи общего пользования (т. е. непосредственно с подвижной станцией или через диспетчера системы PPDR) может также быть основано на эксплуатационных требованиях к конкретной PPDR.

---

<sup>3</sup> Описание системы предпочтений для международных чрезвычайных ситуаций (IEPS) описывается в Рекомендации МСЭ-Т E.106.

Могут существовать дополнительные требования для одновременной передачи (квази-синхронная радиовещательная передача), на пространственно разнесенные приемники, которые не показаны в таблице 3.

### **3.2.2 Требования, относящиеся к безопасности**

Может требоваться эффективная и надежная связь внутри PPDR организации и между различными PPDR организациями, которая способна осуществлять скрытую передачу данных.

Тем не менее, в ряде случаев администрации или организации, которым требуется скрытая связь, привозят с собой оборудование, которое удовлетворяет их собственные требования по безопасности.

Кроме того, отметим, что многие администрации устанавливают правила, ограничивающие применение скрытой связи прибывающим персоналом PPDR.

### **3.2.3 Требования к стоимости**

Для пользователей PPDR особенно важно наличие экономически эффективных решений и приложений. Эта проблема может быть упрощена за счет применения открытых стандартов, рыночной конкуренции и массового производства. Кроме того, экономически эффективные решения, которые широко используются, могут сократить стоимость развертывания постоянной сетевой инфраструктуры.

### **3.2.4 Требования по электромагнитной совместимости (ЭМС)**

Системы, обслуживающие PPDR, должны отвечать соответствующим требованиям по ЭМС. Может требоваться выполнение национальных норм по ЭМС между сетями, стандартами радиосвязи и радиооборудованием, размещенным на одной площадке.

### **3.2.5 Эксплуатационные требования**

В данном разделе определены эксплуатационные и функциональные требования для пользователей PPDR, и в таблице 3 перечисляются их ключевые атрибуты.

#### **3.2.5.1 Сценарий**

Используя улучшенные средства связи можно обеспечить существенно более высокую безопасность персонала. Системы, обслуживающие PPDR, должны иметь возможность работать в различных сценариях, описанных в § 2. Оборудование радиосвязи PPDR должно работать, как минимум, в одной из этих обстановок, однако, предпочтительно, чтобы оборудование радиосвязи PPDR поддерживало все эти условия эксплуатации. В любых из этих условий может требоваться передача информации как от подвижных станций к центру управления и информационным центрам, так и в обратном направлении.

Хотя тип оператора для систем, обслуживающих PPDR, как правило, является вопросом регуляторного и государственного характера, для систем, обслуживающих PPDR, могут быть выбраны операторы, как выделенных сетей, так и сетей общего пользования.

Предпочтительны системы и оборудование PPDR, которые можно быстро развернуть и ввести в эксплуатацию при крупных чрезвычайных ситуациях, массовых мероприятиях и бедствиях (например, сильнейшие наводнения, обширные пожары, Олимпийские игры, миротворческие операции).

### 3.2.5.2 Совместимость

Совместимость – это сквозная, скоординированная и интегрированная связь PPDR в целях безопасных, эффективных и продуктивных действий по защите жизни и имущества. Совместимость систем связи PPDR может быть обеспечено на самых разных уровнях. От самого низкого уровня, т. е. от связи отдельного пожарного одной из организаций с другим пожарным другой организации, до высшего уровня управления и командования.

Существует множество решений для упрощения обеспечения совместимости систем связи различных ведомств. Это включает в себя, но не ограничивается следующим:

- a) использование одинаковых частот и однотипного оборудования,
- b) использование местных автомашин управления/оборудования/процедур,
- c) связь через диспетчерские центры по временным соединениям, или
- d) использование таких технологий, как аудиокоммутаторы или программно-управляемые радиостанции. Как правило, различные ведомства используют комбинацию различных вариантов.

В Приложении 5 дается более подробное объяснение совместимости и возможных решений.

Как используются эти возможности для достижения совместимости, зависит от того, как и на каком уровне собираются общаться друг с другом организации PPDR. Как правило, требуется координация тактической связи между персоналом на местах и руководством ведомств, обеспечивающих общественную безопасность и оказывающих помощь при бедствиях.

Поскольку важность обеспечения совместимости всеми признается, оборудование PPDR должно производиться с разумными затратами, реализуя при этом различные аспекты, определяемые для каждой страны/организации. Администрациям следует учесть влияние стоимости на обеспечение совместимости оборудования, так как выполнение этих требований не должно влечь за собой больших затрат, способных препятствовать реализации пригодного к эксплуатации оборудования.

### 3.2.6 Использование спектра и управление

В зависимости от национального распределения частот, пользователи PPDR могут использовать спектр совместно с другими наземными подвижными пользователями. Подробные решения по совместному использованию спектра могут отличаться от страны к стране. Кроме того, в одной и той же географической области может существовать несколько типов систем, обслуживающих PPDR. Следовательно, помехи работе систем, обслуживающих PPDR, от не-PPDR пользователей должны быть максимально минимизированы.

В зависимости от национального распределения частот, от систем, обслуживающих PPDR, может требоваться использование конкретных величин канального разноса между частотами передачи подвижной и базовой станций.

Каждая администрация может выделить спектр для PPDR. В Приложениях 3 и 4 приведена дополнительная информация о потребностях в спектре.

### 3.2.7 Соответствие регламентарным документам

Системы, обслуживающие PPDR, должны соответствовать определенным национальным регламентарным документам. В приграничных районах (вблизи границы между странами), при необходимости, может быть обеспечена координация частотных назначений.

Возможность систем, обслуживающих PPDR, обеспечивать более широкое покрытие в соседней стране (странах) также должно соответствовать регламентарным соглашениям между соседними странами.

Для связи при оказании помощи при бедствиях, администрациям рекомендуется следовать принципам конвенции Тампере.

PPDR пользователи должны иметь гибкость в том, что касается типов систем, применяемых на месте бедствий и чрезвычайных ситуаций (например, ВЧ, спутниковые, наземные, любительские, глобальная морская система связи при бедствии и для обеспечения безопасности (ГМССБ)).

### 3.2.8 Планирование

Деятельность по планированию и предварительной координации могут быть очень полезными для PPDR. При планировании следует учитывать легкодоступное оборудование, которое при непредсказуемых событиях и бедствиях может быть предоставлено существующими поставщиками, что сокращает задержки в поставках. Очень выгодно иметь точную и подробную информацию, доступ к которой PPDR пользователи могли бы получить прямо на месте событий.

Администрации устанавливают или могут счесть выгодным установить положения, содействующие работе систем на национальном уровне, уровне провинции/штата и локальном уровне (например, муниципальном).

ТАБЛИЦА 3

#### Требования пользователя

Требование	Описание	Важность <sup>(1)</sup>		
		PP (1)	PP (2)	DR
<i>1. Системные</i>				
Поддержка нескольких приложений		Н	Н	М
Одновременное использование нескольких приложений	Интеграция нескольких приложений (например, передача речи и низко/средне скоростная передача данных)	Н	Н	М
	Интеграция местной передачи речи, высокоскоростной передачи данных и видео по высокоскоростной сети в области обслуживания с высокой интенсивностью трафика	Н	Н	М
Приоритетный доступ	Организация передачи высокоприоритетного трафика и сокращение передачи трафика с низким приоритетом во время загрузки сети приоритетным трафиком	Н	Н	Н
	Работа в условиях высокой загрузки трафиком во время восстановительных работ и бедствий	Н	Н	Н
	Исключительное использование частот или равный высокоприоритетный доступ к другим системам	Н	Н	Н
Качество обслуживания	Необходимое качество обслуживания	Н	Н	Н
	Качество обслуживания	Н	Н	Н
	Сокращение времени установления соединения для доступа к сети и информации непосредственно на месте происшествия, включая быструю аутентификацию абонента/сети	Н	Н	Н

ТАБЛИЦА 3 (продолжение)

Требование	Описание	Важность <sup>(1)</sup>		
		PP (1)	PP (2)	DR
Зона покрытия	PPDR система должна обеспечить полное покрытие (для "нормального" трафика в рамках соответствующей юрисдикции и/или области действия)	Н	Н	М
	Покрытие в рамках соответствующей юрисдикции и/или области действия (на национальном уровне, уровне провинции/штата или на местном уровне)	Н	Н	М
	Системы разрабатываются для пиковых нагрузок с широким набором функций	Н	Н	М
	Увеличение емкости системы за счет дополнительных ресурсов или путем применения таких мер, как переконфигурация сетей, интенсивное использование режима прямой связи	Н	Н	Н
	Мобильные ретрансляторы (NB, WB, VB) для охвата локальных областей	Н	Н	Н
	Надежное покрытие, как вне зданий, так и внутри них	Н	Н	Н
	Покрытие удаленных областей, подземных или недоступных территорий	Н	Н	Н
	Соответствующая избыточность для продолжения работы в случае неисправности оборудования/инфраструктуры	Н	Н	Н
Возможности	Быстрая динамическая переконфигурация системы	Н	Н	Н
	Управления связью, включая центральную диспетчерскую (центр управления и контроля), регулирование доступа, диспетчерская конфигурация (разговорных групп), уровни приоритета, и предварительное освобождение каналов	Н	Н	Н
	Надежное администрирование и техническая поддержка для смены статуса и динамической переконфигурации	Н	Н	Н
	Совместимость с протоколом Интернет (всей системы или в части интерфейса с IP)	М	М	М
	Устойчивое оборудование (аппаратное и программное обеспечение, эксплуатация и техническое обслуживание)	Н	Н	Н
	Портативное оборудование (оборудование, которое может работать, когда пользователь находится в движении)	Н	Н	Н
	Оборудование, требующее наличия специальных возможностей (например громкоговорителя, особых аксессуаров, например специальных микрофонов, с которыми можно работать в перчатках, работа в сложных условиях и продолжительное время работы от батареи)	Н	Н	Н
	Быстрая установка соединения и возможность мгновенной работы "нажмите и говорите"	Н	Н	Н

ТАБЛИЦА 3 (продолжение)

Требование	Описание	Важность <sup>(1)</sup>		
		PP (1)	PP (2)	DR
Возможности (продолжение)	Связь с воздушными и морскими судами, управление робототехническими устройствами	М	Н	L
	Формирование группового/радиовещательного вызова путем нажатия одной кнопки	Н	Н	Н
	Связь между терминалами без использования инфраструктуры (например, режим прямой связи/симплексные переговоры), автомобильные ретрансляторы	Н	Н	Н
	Соответствующие уровни взаимосвязи с сетями связи общего пользования	М	М	М
2. <i>Безопасность</i>	Связь со сквозным шифрованием для связи между подвижными терминалами, диспетчером или для групповых вызовов	Н	Н	L
3. <i>Требования к стоимости</i>	Открытые стандарты	Н	Н	Н
	Экономически эффективные решения и приложения	Н	Н	Н
	Рыночная конкуренция	Н	Н	Н
	Сокращение стоимости развертывания постоянной сетевой инфраструктуры за счет доступности и применимости оборудования	Н	Н	L
4. <i>ЭМС</i>	Работа систем PPDR в соответствии с национальными требованиями по ЭМС	Н	Н	Н
5. <i>Эксплуатационные</i>				
Сценарий	Поддержка связи PPDR в различных условиях	Н	Н	Н
	Применимость для PPDR приложений развернутых решений операторов выделенных сетей и сетей общего пользования	Н	Н	М
	Надежное администрирование и техническая поддержка, позволяющие смену статуса и динамическую переконфигурацию	Н	Н	Н
	Быстрое развертывание системы и ввод в эксплуатацию при крупных чрезвычайных ситуациях, массовые мероприятия и стихийных бедствиях (например, обширные пожары, Олимпийские игры, миротворческие операции)	Н	Н	Н
	Передача информации от подвижных станций к центру эксплуатационного управления и информационным центрам и в обратном направлении	Н	Н	Н
	Обеспечение безопасности персонала за счет применения улучшенных систем связи	Н	Н	Н
Совместимость	Внутри системы: Упрощает использование общих сетевых каналов и/или разговорных групп	Н	Н	Н
	Межсистемная: Упрощает использование возможностей, которые являются общими для различных систем	Н	Н	Н
	Координация тактической связи между персоналом на местах и руководством различных ведомств PPDR	Н	Н	Н

ТАБЛИЦА 3 (окончание)

Требование	Описание	Важность <sup>(1)</sup>		
		PP (1)	PP (2)	DR
6. <i>Использование спектра и управление</i>	Совместное использование с другими наземными подвижными пользователями.	L	L	M
	Наличие достаточного количества свободного спектра (каналов NB, WB, BB)	H	H	H
	Минимизация помех работе систем PPDR	H	H	H
	Эффективное использование спектра	M	M	M
	Необходимые величины канального разноса между частотами передачи подвижной и базовой станций	M	M	M
7. <i>Соответствие регламентарным документам</i>	Соответствие определенным регламентарным документам	H	H	H
	Координация частотных назначений в приграничных районах	H	H	M
	Возможность систем PPDR обеспечивать более широкое покрытие в соседней стране (в соответствии с соглашениями)	M	M	M
	Обеспечение гибкости в том, что касается типов систем, применяемых на месте чрезвычайных ситуаций (например, ВЧ, спутниковые, наземные, любительские)	M	H	H
	Соблюдение принципов конвенции Тампере	L	L	H
8. <i>Планирование</i>	Сокращение зависимости от поставок (например, источников энергии, аккумуляторов, топлива, антенн и т. п.)	H	H	H
	При необходимости применение легкодоступного оборудования (учтенного в потребностях или полученного за счет упрощения ввоза большого количества оборудование)	H	H	H
	Создание систем на национальном уровне, уровне провинции/штата и локальном уровне (например, муниципальном)	H	H	M
	Действия по предварительному планированию и предварительной координации (например, выделение специальных каналов для использования во время восстановительных работ, не на постоянной, исключительной основе, но на приоритетной основе во время указанных периодов)	H	H	H
	Сбор точной и подробной информации, доступ к которой PPDR пользователи могли бы получить прямо на месте событий	M	M	M

<sup>(1)</sup> Важность конкретного приложения при использовании его для PPDR указана как высокая (H), средняя (M) или низкая (L). Этот показатель важности указывается для трех условий эксплуатации радиооборудования: "Ежедневная работа", "Крупномасштабные чрезвычайные ситуации и/или массовые мероприятия" и "Бедствия", обозначенных как PP (1), PP (2) и DR, соответственно.



### Приложение 3

#### **Используемые в настоящее время частоты для узкополосных приложений для межведомственной координации, передачи экстренных сообщений и обеспечения безопасности связи в ходе оказания международной гуманитарной помощи**

Рабочая группа по электросвязи для чрезвычайных ситуаций (WGET), которая также является Референтной группой по электросвязи (RGT) Постоянного межведомственного комитета ООН (IASC) по гуманитарным вопросам, одобрила и использует следующие частоты, всегда, когда позволяет ситуация.

*В пределах участков спектра, распределенных сухопутной подвижной службе в диапазоне ОВЧ:*

##### **Основной канал (А):**

Симплекс: 163,100 МГц

Дуплекс: Ретранслятор ведет передачу на частоте 163,100 МГц  
Ретранслятор ведет прием на частоте 158,100 МГц

##### **Альтернативный канал (В):**

Симплекс: 163,025 МГц

Дуплекс: Ретранслятор ведет передачу на частоте 163,025 МГц  
Ретранслятор ведет прием на частоте 158,025 МГц

##### **Альтернативный канал (С):**

Симплекс: 163,175 МГц

Дуплекс: Ретранслятор ведет передачу на частоте 163,175 МГц  
Ретранслятор ведет прием на частоте 158,175 МГц

*В пределах участков спектра, распределенных сухопутной подвижной службе в диапазоне УВЧ:*

##### **Основной канал (UА):**

Симплекс: 463,100 МГц

Дуплекс: Ретранслятор ведет передачу на частоте 463,100 МГц  
Ретранслятор ведет прием на частоте 458,100 МГц

##### **Альтернативный канал (UВ):**

Симплекс: 463,025 МГц

Дуплекс: Ретранслятор ведет передачу на частоте 463,025 МГц  
Ретранслятор ведет прием на частоте 458,025 МГц

##### **Альтернативный канал (UС):**

Симплекс: 463,175 МГц

Дуплекс: Ретранслятор ведет передачу на частоте 463,175 МГц  
Ретранслятор ведет прием на частоте 458,175 МГц

## Приложение 4

### Потребности в спектре для общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях

#### 1 Введение

В настоящем Приложении рассмотрены оценки потребности в спектре для общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях (PPDR), особенно в контексте пункта 1.3 повестки дня ВКР-03. В данном Приложении содержится:

- методика для расчета требуемых объемов спектра;
- сценарии развертывания систем и принятые допущения;
- проверка методики для существующих приложений;
- примерные потребности нескольких администраций к 2010 году;
- определение объемов спектра, который должен быть гармонизирован с учетом будущих приложений; и
- выводы.

Методика расчета, приведенная в данном Приложении, дается для определения суммарных потребностей в спектре.

Многие администрации используют модифицированную методику, описанную в Дополнении 1 к данному Приложению, для оценки своих национальных потребностей в спектре для систем PPDR. Однако эта методика не является единственным средством, при помощи которого администрации могут рассчитать свои потребности в спектре для PPDR. Администрации имеют правило использовать любые выбранные ими методики, включая модифицированную методику, для оценки своих потребностей в спектре для систем PPDR.

Многие организации PPDR по всему миру в настоящее время рассматривают возможность замены аналоговых систем беспроводной связи на цифровые для предоставления современных услуг связи. Переход на цифровые системы также позволит этим организациям добавить некоторые передовые услуги к своим цифровым системам PPDR первого поколения. Однако передовых услуг существует намного больше, чем, по всей вероятности, может потребоваться пользователю PPDR после того, как они станут доступными для коммерческих потребителей. Хотя потребности в спектре для коммерческих систем беспроводной связи 2-го и 3-го поколений были оценены и удовлетворены, такого анализа для пользователей PPDR не выполнялось.

Наибольший спрос на услуги связи для общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях существует в больших городах, где может передаваться трафик различной природы, т. е. создаваемый подвижными станциями, устанавливаемыми на транспортном средстве, или портативными станциями, и персональными станциями (переносными, портативными станциями). В настоящее время наблюдается тенденция предоставления услуг на персональные станции, расположенные как вне здания, так и внутри (проникновение сквозь стены).

Максимальный спрос будет наблюдаться после бедствия, когда многие пользователи PPDR появятся на месте события, используя существующие сети связи, развертывая временные сети, или применяя установленные на транспортном средстве или портативные станции. Дополнительный спектр может потребоваться для обеспечения совместимости между различными пользователями PPDR и/или для развертывания временных систем для оказания помощи при бедствиях.

Оценка потребностей в спектре должна учитывать прогнозы трафика, существующие и разрабатываемые технологии, характеристики распространения сигнала и время, необходимое для максимально возможного удовлетворения потребностей пользователей. При рассмотрении проблем с радиочастотами следует учитывать, что трафик, создаваемый подвижными системами, а также количество и разнообразие услуг будут постоянно расти. Любые оценки трафика должны учитывать то, что в будущем значительную часть общего трафика будет составлять не голосовой трафик и, что этот трафик будет создаваться персональными и подвижными станциями, находящимися внутри и вне зданий.

## **2 Методика прогнозирования потребностей в спектре**

### **2.1 Описание методики**

Настоящая методика расчета спектра для общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях (Дополнение 1 к данному Приложению) соответствует формату общей методики, которая использовалась для расчета потребностей в спектре для наземных систем ИМТ-2000 (Рекомендация МСЭ-R М.1390). Применение методики может быть модифицировано для конкретных приложений путем выбора значений, присущих этому приложению сухопутной подвижной связи. Использовалась также и другая модель, основанная на подходе "обычный город" (см. Дополнение 2 к данному Приложению).

Значения, выбираемые для приложений PPDR, должны учитывать тот факт, что в системах PPDR применяются различные технологии и приложения (включая временные каналы и режим прямой связи).

### **2.2 Требуемые исходные данные**

Модель, построенная на основе Рекомендации МСЭ-R М.1390, и модель "обычный город" требуют введения исходных данных, которые можно разделить на следующие категории – окружающая среда, трафик и сетевые системы. При использовании этой модели для PPDR, требуются следующие основные данные:

- определение категорий пользователей PPDR, например полиция, пожарные, скорая помощь;
- количество пользователей каждой категории;
- оценка количества пользователей в каждой категории, использующих связи в час наибольшей нагрузки (ЧНН);
- тип передаваемой информации, например речь, статусные сообщения, телеметрия;
- типовая зона, которая должна быть покрыта исследуемой системой;
- средний размер соты, обслуживаемой базовой станцией;
- модель многократного использования частот;
- качество обслуживания;
- используемые технологии, включая ширину полосы РЧ канала;
- население города.

## 2.3 Проверка методики

### 2.3.1 Обсуждение

Во время исследовательского периода МСЭ-R 2000–2003 годов были прояснены некоторые методологические аспекты, уточнены предположения, сделанные в представленной модели, временные затраты, методика расчетов, многократное использование частот, возможность разделения расчетов спектра для PPDR в городе и в сельской местности, а также специфика условий эксплуатации.

В частности, были рассмотрены следующие проблемы, связанные с методикой:

- a) Применима ли для PPDR методика, разработанная для IMT-2000?
- b) Допустима ли замена географических районов (например город, внутри зданий и т. п.), применяемых в методике IMT-2000, на категории услуг (NB, WB, BB)?
- c) Допустимо ли использование предположений, сделанных в Отчете PSWAC<sup>4</sup>, для оценки трафика PPDR?
- d) Допустимо ли учитывать вместе трафик для PP и DR?
- e) Допустимо ли использовать сотовые конфигурации/хот-споты при оценке потребностей в спектре для PPDR?
- f) Применима ли данная методика для симплексного режима работы и режима прямой связи?

При поисках ответа, необходимо отметить следующее:

- 1 Хотя данный документ основан на методике, использованной для IMT-2000, эта методика допускает учет всех технологий от симплексной связи до сотовой и для связи последующих поколений. Потребуется дополнительные исследования для создания соответствующей классификации по категориям условий работы (например для пожарных, полиции, служб неотложной скорой помощи) и моделей систем для этих условий, с целью выполнения расчетов, необходимых для каждого типа применения и для каждой технологии.
- 2 Расчет потребностей в спектре для общественной безопасности может быть отделен от расчета для оказания помощи при бедствиях. Для каждого расчета потребуются установить отдельные и соответствующие условиям наборы значений параметров и соответствующие случаю допущения. Однако отмечается, что существуют случаи, когда во время бедствий может применяться оборудование связи служб общественной безопасности, используемое в ежедневной работе. В таких случаях для исключения возможности двойного учета при выполнении расчета потребностей в спектре потребуются определенные меры.
- 3 При учете конкретных условий (т. е. узкополосные, широкополосные и сверхширокополосные), было отмечено, что в расчетах для связи PPDR могут также применяться условия, использованные для IMT-2000.

### 2.3.2 Изучение пригодности

Одна из администраций провела качественную оценку применимости результатов, полученных по данной методике. Это было выполнено при помощи введения в расчетную таблицу параметров действующих узкополосных систем PPDR и проверки того, соответствует ли предсказанный объем спектра тому, что сегодня используется системой. Был сделан вывод о том, что данная методика пригодна, при условии, что она используется правильно и с необходимыми предосторожностями.

---

<sup>4</sup> Консультативный комитет США по радиосвязи в интересах общественной безопасности, Приложение D, Отчет подкомитета по потребностям в спектре, сентябрь 1996 г.

Кроме того, был сделан вывод о том, что хотя методика и не проверялась результатами реальных измерений, данная модель при экстраполяции работает также хорошо и для широкополосных и сверхширокополосных приложений, если исходные данные правильно подобраны и проверены. Другая администрация сообщила об аналогичном исследовании, в котором на примерах для типичных городов были получены оценки потребностей в спектре, сопоставимые с другими примерами, о которых сообщалось ранее. Используя два примера применения данной методики – один для города среднего размера и другой – для промышленного района – был сделан вывод о том, что данная методика вполне пригодна для оценки потребностей в спектре для радиосвязи PPDR.

## 2.4 Критические параметры

При оценке пригодности методики было определено несколько критических параметров, которые следует выбирать с осторожностью. Исследования по оценке потребностей в спектре для сухопутных подвижных систем, выполненные некоторыми администрациями, показали, что исходными данными, оказывающими наибольшее влияние, являются:

- радиус соты/многократное использование частот;
- количество пользователей.

Как было показано, результаты исследований в значительной мере зависят от параметров сотовой архитектуры. Исследования показывают, что изменение радиуса соты существенно меняет оценку потребностей в спектре. Несмотря на то, что уменьшение радиуса соты приводит к повышению степени многократного использования частот и, тем самым, уменьшает потребности в спектре, оно также значительно увеличивает стоимость инфраструктуры. Аналогичный вывод применим также и к другим параметрам, например, применение секторных сот втрое уменьшает объем требуемого спектра. По этим причинам, до составления спецификации спектра, который должен быть зарезервирован для PPDR, рекомендуется провести тщательное исследование сотовой структуры.

В ходе подготовки оценок потребностей в спектре, потребуется достичь консенсуса относительно исходных данных, которые должны использоваться в общей методике. Отмечая зависимость результатов от таких критических параметров, требуется тщательно отбирать исходные данные, которые должны отражать баланс между объемом найденного спектра и стоимостью инфраструктуры. Те страны, которым требуется меньше спектра, чем общий определенный объем, будут иметь большую свободу при проектировании сети, степени многократного использования частот и стоимости инфраструктуры.

## 2.5 Верхний экстраполированный предел

В Корее выполнен параметрический анализ результатов расчетов спектра, выполненных для городов Бхопал, Мехико и Сеул. В ходе анализа использовались также данные для других городов, полученные из других вкладов в работу МСЭ-R. Этот параметрический анализ дал представление о потребностях в спектре для PPDR и показал, что в наихудшем случае (в ситуации с наибольшей плотностью пользователей) для систем PPDR требуется максимум 200 МГц (для узкополосных приложений: 40 МГц, для широкополосных: 90 МГц, для сверхширокополосных: 70 МГц), что и было отмечено в пункте 1.3 повестки дня ВКР-03.

### 3 Результаты

#### 3.1 Результаты оценок потребностей в спектре для систем PPDR к 2010 году

Ниже дается сводка результатов оценок потребностей в спектре для различных сценариев работы PPDR, полученных рядом администраций с использованием предлагаемой методики расчета. Однако данные в последней строке были получены с применением различных других методик.

Место размещения	Узкополосные (МГц)	Широкополосные (МГц)	Сверхширокополосные (МГц)	Всего (МГц)
Дели	51,8	3,4	47,6	102,8
Бхопал	24	5,2	32,2	61,4
Сеул	15,1	90,5	69,2	174,8
Мехико	46,2	39,2	50,2	135,6
Париж	16,6	32,6	–	–
Средний город (Италия, высокий % проникновения)	21,1	21,6	39,2	81,9
Средний город (Италия, средний % проникновения)	11,6	11,4	39,2	62,2
Промышленный район (Италия)	3,0	3,0	39,2	45,2
США	35,2	12	50,0	97,2

В США выполнена оценка текущих распределений спектра для служб PPDR без применения предлагаемой методики. Сообщается, что для узкополосных приложений местным и государственным организациям PPDR предназначено 35,2 МГц. Кроме того, 12 МГц предназначено для широкополосных PPDR приложений. Еще 50 МГц предназначено для сверхширокополосных PPDR приложений. В США решения о распределении спектра постоянно пересматриваются на предмет того, насколько правильно распределен спектр для местных и государственных PPDR приложений.

#### 3.2 Обсуждение результатов

Общие цифры, приведенные в таблице выше, относятся ко всем потребностям PPDR приложений, как для линий вверх, так и для линий вниз. Результаты лежат в пределах от 45 МГц до 175 МГц. Эти результаты необходимо сравнить с текущей и прогнозируемой ситуацией в стране, учитывая полный объем спектра, необходимый для пользователей PPDR.

Существует несколько причин того, почему так сильно отличаются оценки спектра. Во-первых, исследования, выполненные для получения этих результатов, показали, что оценки спектра очень зависят от плотности и процента проникновения. Во-вторых, администрации основывали свои спектральные расчеты на тех сценариях, которые они считали наиболее приемлемыми. Например, расчеты спектра в Корее выполнены для наихудшего случая/ситуации с наибольшей плотностью пользователей. В Италии для оценки потребностей в спектре для PPDR был выбран типичный итальянский город среднего размера. Другие администрации использовали другие сценарии.

Многие страны не рассматривают возможность физического разделения в своих странах сетей для общественной безопасности (PP) и оказания помощи при бедствиях (DR) и, следовательно, рассматривают глобальную/региональную гармонизацию в приложении к потребностям обеих сетей. Другие страны могут принять решение об отдельном расчете потребностей в спектре для PP и DR.

## **Дополнение 1 к Приложению 4**

### **Методика расчетов потребностей в спектре для наземной связи при обеспечении общественной безопасности и оказании помощи при бедствиях**

#### **1 Введение**

Задачей настоящего Дополнения является описание предварительного прогноза спектра, необходимого для связи при обеспечении общественной безопасности и оказании помощи при бедствиях (PPDR) к 2010 году. Разработана методика расчета спектра, соответствующая формату методики МСЭ по расчету потребностей в спектре для IMT-2000. Из-за различий между коммерческими пользователями радиосвязи и пользователями PPDR радиосвязи, предлагаются альтернативные методики для расчета процента проникновения пользователей PPDR и определения условий эксплуатации PPDR. Кроме того, предлагается методика по определению чистой пропускной способности системы PPDR и качество обслуживания PPDR.

Анализ основан на современных беспроводных технологиях PPDR и ожидаемых тенденциях спроса на передовые приложения. На основе этого, может быть выполнен предварительный прогноз спектра, необходимого для конкретных передовых услуг связи к 2010 году.

#### **2 Передовые услуги**

Передовыми услугами, которые, по всей вероятности, будут доступны для систем PPDR к 2010 году, являются:

- диспетчерская передача речи;
- телефонное соединение;
- простые сообщения;
- обработка транзакций;
- простые изображения (факсимиле, фотография);
- удаленный доступ к файлам для формирования решений;
- доступ в интернет/интранет;
- медленное видео;
- полномасштабное видео;
- мультимедийные службы, например видеоконференция.

## **А Модель спектрального прогноза**

Данная модель соответствует методике прогноза потребностей в спектре для ИМТ-2000 (Рекомендация МСЭ-R М.1390).

Должны быть выполнены следующие шаги:

*Шаг 1:* Определить географическую область, в которой будет применена модель.

*Шаг 2:* Определить количество персонала PPDR.

*Шаг 3:* Определить передовые услуги, которые будут использоваться в системах связи PPDR к 2010 году.

*Шаг 4:* Измерить технические параметры для каждой передовой услуги.

*Шаг 5:* Спрогнозировать потребности в спектре для каждой передовой услуги.

*Шаг 6:* Спрогнозировать суммарные потребности в спектре для PPDR к 2010 году.

В Добавлении А дано сравнение предлагаемой методики для PPDR с методикой, описанной в Рекомендации МСЭ-R М.1390. В Добавлении В приведен алгоритм предлагаемой методики для PPDR.

## **В Географическая область**

Определить количество персонала PPDR в рассматриваемой области.

В этой модели нам не требуется исследовать потребности в спектре для всей страны. В сферу нашего интереса войдет один или несколько крупных городских регионов каждой страны. В таких районах самая большая плотность населения, Ожидается, что здесь и количество персонала PPDR относительно общей численности населения будет наивысшим. Следовательно, и потребности в спектральных ресурсах в крупных городских регионах будут самыми большими. Это предположение аналогично методике ИМТ-2000, в которой учитываются географические особенности и условия окружающей среды только для тех регионов, в которых спрос на спектр будет наивысшим.

Нам требуется точно определить географические границы и/или границы политико-административного деления исследуемой области. Это может быть границей политико-административного деления города или города и областных городов и/или пригородных населенных пунктов. Нам потребуются общие данные о численности населения в этой области. Их легко получить из данных переписи населения.

Вместо того чтобы использовать общие данные о плотности населения (человек/кв. км), требуется определить количество персонала PPDR и процент охвата его связью. В пределах геополитических границ исследуемой области требуется установить численность персонала PPDR и разделить эту цифру на площадь области, получив в результате плотность пользователей PPDR (PPDR/кв. км).

Требуется определить представительную область соты (радиус, геометрию) для каждых условий эксплуатации в географических пределах границ исследуемой области. Эти данные будут зависеть от плотности населения, архитектуры сети и сетевой технологии. В PPDR сетях обычно применяют более мощные устройства и большие радиусы сот, чем в коммерческих системах.

*В соответствии с методикой А для ИМТ-2000:*

Определим географические границы и площадь (кв. км) для каждого типа условий использования.



## **С Условия эксплуатации и условия обслуживания**

В методике расчета потребностей в спектре для ИМТ-2000, выполняется анализ физических условий эксплуатации. Эти условия существенно отличаются по геометрии сот и/или плотности населения. Плотность персонала PPDR намного ниже, чем общая плотность населения. PPDR сети, как правило, предоставляют услуги беспроводной связи во всех физических условиях при помощи одной или нескольких крупных сетей. Эта модель определяет "условия обслуживания", которые делят услуги по типу сети PPDR: узкополосные, широкополосные и сверхширокополосные. В настоящее время многие услуги предоставляются (и будут продолжать предоставляться) по сетям с узкополосными каналами (25 кГц и менее). Это, например, диспетчерская передача речи, обработка транзакций, передача простых изображений. Для передовых услуг с большим объемом передаваемого контента, таких как доступ в интернет/интранет и передача медленного видео, потребуется широкополосный канал (50–250 кГц). Для передачи видео с полномасштабным движением и мультимедиа услуг в реальном времени потребуется очень широкополосные каналы (1–10 МГц). Вероятно, эти три типа "условий обслуживания" будут реализованы в виде отдельных перекрывающихся сетей, использующих различную геометрию соты и различные сетевые технологии и технологии абонентского доступа.

Кроме того, требуется определить услуги, предоставляемые в пределах каждого типа "условий обслуживания".

*Модифицированный вариант методики ИМТ-2000 A1, A2, A3, A4, B1:*

Определить "условия обслуживания", т. е. узкополосные, широкополосные, сверхширокополосные.

Установить правила вычислений для каждого типа условий: линия вверх, линия вниз, комбинированный вариант.

Определить среднюю/типовую геометрию соты для каждого типа "условий обслуживания".

Рассчитать представительную область соты для каждого типа "условий обслуживания".

Определить услуги, предлагаемые для каждого типа "условий обслуживания" и чистые скорости передачи данных пользователя для каждой из них.

## **D Численность персонала PPDR**

Кто такие пользователи PPDR? Это персонал, реагирующий как на ежедневные экстренные ситуации так и на бедствия. Это, как правило, персонал организаций общественной безопасности, разделенный на категории в соответствии с выполняемыми действиями, например полиция, пожарные, скорая помощь. Во время бедствий количество этих работников увеличивается, и в их число включаются государственные чиновники или граждане. Во время чрезвычайных происшествий или бедствий весь персонал PPDR будет пользоваться услугами связи PPDR. Пользователей PPDR можно разделить на группы в соответствии с особенностями использования беспроводной связи, т. е. предполагается, что все пользователи, отнесенные, например, к группе "полиция", будут иметь одинаковые потребности в услугах связи.

В этой модели категории используются только для классификации пользователей PPDR с одинаковой интенсивностью потребления услуг связи. То есть, каждый офицер полиции может иметь радиостанцию, значит, степень проникновения для полиции составит 100%. В бригаду скорой помощи может входить два человека, но только одна радиостанция, значит, для скорой помощи степень проникновения составит только 50%. Степень проникновения легко определить, если известно количество используемых подвижных и носимых станций. Она равна отношению числа станций к числу пользователей PPDR данной категории.

Нам требуется определить число PPDR пользователей. Эти данные могут быть получены для каждой категории PPDR пользователей; полиции, органов охраны правопорядка, пожарных, скорой помощи и т. п. Эти данные могут быть получены от муниципальных правительственных организаций или ведомств PPDR. Эти данные можно получить из различных публичных источников, включая годовой бюджет, данные переписи и отчеты, публикуемые национальными или местными ведомствами охраны правопорядка.

Эти данные могут быть представлены в различных форматах, которые необходимо преобразовать в общую сумму по каждому источнику для каждой категории PPDR в пределах исследуемой области.

- Информация может быть представлена в виде численности конкретных PPDR пользователей с политическим делением; например, в городе А с населением ppppp имеется AA офицеров полиции, BB пожарных, CC водителей машин скорой помощи, DD работников транспортной полиции, EE сотрудников автоинспекции и FF гражданских служащих.
- Информация может быть представлена в виде процентов от общей численности населения; например, имеется в наличии XXX офицеров полиции на 100 000 населения. Для получения общей численности для каждой категории эти цифры потребуется умножить на численность населения исследуемой области.
- В исследуемой области может быть несколько уровней руководства. Тогда данные о численности персонала требуется объединить. Данные по местной полиции, полиции округа, полиции штата и федеральной полиции можно объединить в категорию "полиция". Предполагается, что потребности в услугах электросвязи у персонала категории "полиция", будут похожими.

*Пример категорий персонала PPDR:*

Полиция	Пожарные бригады	Скорая помощь
Специальные отряды полиции	Пожарные бригады неполной занятости	Добровольные помощники скорой помощи
Правительственный персонал	Добровольные пожарные бригады	
Гражданский персонал полиции	Другие пользователи PPDR	

Прогнозы роста народонаселения и планы по увеличению числа персонала PPDR можно использовать для прогноза численности персонала PPDR в исследуемой области к 2010 году. Анализ исследуемой области может показать, что в некоторых крупных/мелких городах сегодня передовых услуг PPDR не предоставляется, но в течение ближайших 10 лет их планируется предоставлять. Для прогноза роста численности персонала можно просто ко всем районам исследуемой области применить более высокие данные о численности PPDR пользователей и плотности населения, полученные для крупных/мелких городов исследуемой области, где уже сегодня используются передовые услуги беспроводной связи.

*Модифицированный вариант методики IMT-2000 B2:*

Определить плотность персонала PPDR в исследуемой области.

- Рассчитать для каждой категории PPDR пользователей или для групп PPDR пользователей с одинаковыми потребностями в услугах связи.

## **Е      Степень проникновения**

Вместо использования значений степени проникновения, полученных из анализов рынка коммерческой беспроводной связи, необходимо определить степень проникновения PPDR связи для существующих и будущих услуг беспроводной связи. Ожидается, что некоторые из этих данных могут быть получены из обзора МСЭ-R по PPDR связи. Один из методов предполагает определение степени проникновения для каждой услуги связи в каждой из вышеуказанных категорий PPDR, и затем преобразование этих данных в комбинированные данные о степени проникновения PPDR связи для каждой услуги связи в условиях каждого типа.

*Модифицированный вариант методики ИМТ-2000 В3, В4:*

Определить плотность персонала PPDR.

–      Рассчитать для каждой категории PPDR.

Определить степень проникновения для каждой услуги связи в условиях каждого типа.

Определить пользователей/соты для каждой услуги связи в условиях каждого типа.

## **Ф      Параметры трафика**

Предлагаемая модель соответствует методике для ИМТ-2000. Параметры трафика, использованные в нижеприведенных примерах, относятся к усредненным данным для всех пользователей PPDR. Однако эти параметры трафика могут быть рассчитаны для отдельных категорий PPDR и затем объединены для получения комбинированных данных о трафике/пользователе. Большая часть этих данных была определена Консультативным комитетом США по радиосвязи в интересах общественной безопасности (PSWAC), и эти данные о трафике в ЧНН будут использованы в представленных ниже примерах. "Число попыток вызова в ЧНН" определяется как отношение общего числа успешных соединений/вызовов/сеансов связи в ЧНН к общему числу PPDR пользователей, находящихся в ЧНН в пределах исследуемой области. Большая часть этих данных была определена Консультативным комитетом PSWAC, и эти данные о трафике в ЧНН будут использованы в представленных ниже примерах. Коэффициент активности принимается = 1 для всех услуг, включая передачу речи. Существующие системы PPDR не используют вокодеры с дискретной передачей речи, поэтому голосовой трафик, передаваемый в системах связи PPDR, постоянно занимает канал и коэффициент активности для передачи речи равен 1.

*В соответствии с методикой для ИМТ-2000 В5, В6, В7:*

Определить число попыток вызова в ЧНН на одного PPDR пользователя для каждой услуги связи в условиях каждого типа.

Определить продолжительность успешных вызовов/сеансов связи.

Определить коэффициент активности.

Рассчитать трафик в ЧНН (ЧНН) на одного PPDR пользователя.

Рассчитать предлагаемое соотношение трафик/сота (Эрланг) для каждой услуги связи в условиях каждого типа.

Пример типов трафика из Отчета PSWAC:

PSWAC – Описание типа трафика		Входящий (Эрланг)	Исходящий (Эрланг)	Суммарный (Эрланг)	(с)	Отношение ЧНН к среднему часу	Скорость непрерывной передачи (при 4800 бит/с)
Передача речи	Современный ЧНН	0,0073484	0,0462886	0,0536370	193,1	4,00	85,8
	Современный средний час	0,0018371	0,0115722	0,0134093	48,3		21,5
	Будущий ЧНН	0,0077384	0,0463105	0,0540489	194,6	4,03	86,5
	Будущий средний час	0,0018321	0,0115776	0,0134097	48,3		21,5
Передача данных	Современный ЧНН	0,0004856	0,0013018	0,0017874	6,4	4,00	2,9
	Современный средний час	0,0001214	0,0003254	0,0004468	1,6		0,7
	Будущий ЧНН	0,0030201	0,0057000	0,0087201	31,4	4,00	14,0
	Будущий средний час	0,0007550	0,0014250	0,0021800	7,8		3,5
Статусные сообщения	Современный ЧНН	0,0000357	0,0000232	0,0000589	0,2	4,01	0,1
	Современный средний час	0,0000089	0,0000058	0,0000147	0,1		0,0
	Будущий ЧНН	0,0001540	0,0002223	0,0003763	1,4	3,96	0,6
	Будущий средний час	0,00	0,00	0,00	0,34		0,15
Изображение	Современный ЧНН	0,0268314	0,0266667	0,0534981	192,6	4,00	85,6
	Современный средний час	0,0067078	0,0066670	0,0133748	48,1		21,4

## G Качество обслуживания PPDR

В методике для IMT-2000 предлагаемые данные о трафике в соте преобразуются в число информационных каналов, необходимых для передачи этой нагрузки при типовой структуре повторения частот в кластерах сот. Затем, для определения информационных каналов, необходимых в типовой соте, к этим данным применяются формулы качества обслуживания. Здесь предлагается применять ту же самую методику, но коэффициенты, используемые для сетей PPDR, будут существенно отличаться.

Для систем PPDR частота повторения частот, как правило, намного выше, чем в коммерческих службах беспроводной связи. Коммерческие службы беспроводной связи обычно проектируются так, чтобы использовать маломощные устройства с возможностью регулировки мощности в условиях с ограниченными уровнями помех. Системы PPDR, как правило, проектируются для охвата конкретной территории или с ограничениями по шумам. Во многих системах PPDR используются мощные автомобильные станции и маломощные портативные устройства без регулировки мощности. Следовательно, разнесение или расстояние повторного использования частот в системах PPDR намного больше и составляет от 12 до 21.

Модульность технологии системы PPDR и коммерческих систем часто отличаются. Может существовать две и более сети, обслуживающих одну и ту же географическую область в различных диапазонах частот, обслуживающих персонал PPDR на различных уровнях власти или различных категорий (федеральные сети могут быть независимы от местных сетей; сети связи полиции быть независимы от сетей связи пожарных бригад). В результате во всех сетях имеется меньше канальных ресурсов на соту.

Сети PPDR, как правило, разрабатываются для высокой надежности покрытия, (95–97%), поскольку они предназначены для работы при любых условиях эксплуатации фиксированных сетей. Коммерческие сети, приносящие доходы, могут постоянно адаптировать свои системы к изменяющимся потребностям пользователей. В сетях PPDR, финансируемых из бюджета, как правило, на протяжении их срока существования 10–20 лет производятся лишь минимальные изменения в размещении сот или каналов обслуживания.

Для служб PPDR требуется очень высокая степень готовности канала, даже в часы наибольшей нагрузки, из-за необходимости незамедлительно передать чрезвычайно важную информацию, от которой иногда зависит жизнь человека. Сети PPDR разрабатываются для более низких уровней блокировки (<1%), поскольку во время чрезвычайных ситуаций персоналу PPDR требуется мгновенный доступ к сети. В то время как обычные разговоры и передача данных могут ожидать ответа в течение нескольких секунд, многие ситуации PPDR являются чрезвычайно напряженными и требуют мгновенной готовности канала и мгновенного соединения.

Объемы нагрузки различны для сетей PPDR различных топологий и для различных ситуаций PPDR. Во многих ситуациях, где участвуют и полиция, и пожарные, могут потребоваться отдельные каналы для взаимодействия на месте происшествия, имеющие очень низкую загрузку (<10%). Обычные, одноканальные системы подвижной связи, используемые сегодня, как правило, работают с загрузкой 20–25%, поскольку при более высокой нагрузке процент блокировки становится недопустимым. Большие 20-канальные транкинговые системы, которые распределяют нагрузку по всем доступным каналам, смешивая важных и не важных пользователей, могут работать при уровнях блокировки, допустимых для критических операций PPDR, с загрузкой на 70–80% в ЧНН.

Чистый эффект заключается в том, что коэффициент Эрланга В для средней сети PPDR оказывается выше и составляет примерно 1,5 вместо значений от 1,1 до 1,2, обычных для коммерческих служб при 90%-ом покрытии и 1%-ой блокировке.

*В соответствии с методикой для IMT-2000 В8:*

Особые требования PPDR:

Блокировка = <1%

Модульность =  $\sim 20$  каналов на соту в одной сети, приводит к получению более высокого коэффициента Эрланга В = 1,5.

Формат многократного использования частот в сотах

= 12 для подвижных и персональных станций равной мощности,

= 21 для комбинации подвижных и персональных станций высокой и малой мощности.

Определим число информационных каналов, требуемых для каждой услуги связи в условиях "обслуживания" каждого типа (NB, WB, BB).

## **Н Расчет суммарного трафика**

Предлагаемая модель соответствует методике для IMT-2000. Чистая скорость передачи для PPDR пользователя должна включать в себя максимальную физическую скорость передачи данных, служебную информацию и кодирование. Все это зависит от технологии, выбранной для каждой услуги.

Информация кодируется для сокращения или компрессии содержания, что минимизирует объем данных, передаваемых по РЧ каналу. Речь, которая для проводных приложений может быть закодирована со скоростью 64 кбит/с или 32 кбит/с, для PPDR приложений голосовой диспетчеризации кодируется со скоростями менее 4800 бит/с. Чем больше степень сжатия информации, тем большее значение

приобретает каждый бит, и тем более важной становится коррекция ошибок. Типичное число ошибочных кодовых комбинаций составляет 50–100% от информационного контента. При более высоких скоростях передачи в условиях многолучевого распространения радиосигнала требуются функции синхронизации и стабилизации, которые используют дополнительную емкость. Кроме того, вместе с информационной нагрузкой должны передаваться функции, обеспечивающие доступ и управление сетью (ID блока, функции управления доступом, шифрование).

В PPDR системах, действующих сегодня, 50–55% от емкости передачи используется для коррекции ошибок и передачи служебных данных.

Например: технология для передачи речи по узкополосным каналам может иметь скорость передачи на выходе вокодера = 4,8 кбит/с с коэффициентом упреждающей коррекции ошибок (FEC) = 2,4 кбит/с, а протокол передачи может предусматривать еще 2,4 кбит/с для передачи битов сигнализации и служебных данных, таким образом, чистая пользовательская скорость составит 9,6 кбит/с.

*В соответствии с методикой для ИМТ-2000 C1, C2, C3 следует:*

Определить чистую пользовательскую скорость, коэффициенты передачи служебных данных и кодирования для каждой услуги связи в условиях "обслуживания" каждого типа.

Преобразовать число информационных каналов, полученное в В8, обратно в данные о каждой соте.

Рассчитать суммарный трафик (Мбит/с) для каждой услуги связи в условиях "обслуживания" каждого типа.

## **I Чистая пропускная способность системы**

Чистая пропускная способность системы – очень важная мера эффективности использования спектра беспроводной системой связи. Расчет чистой пропускной способности определяет максимальную пропускную способность системы, которую можно получить в пределах исследуемых участков спектра.

Предлагаемая модель соответствует методике для ИМТ-2000. Однако расчет чистой пропускной способности системы PPDR должен основываться на технологиях, типичных для PPDR, полосах частот, используемых для связи PPDR и моделях многократного использования частот, свойственных системам PPDR, а не на модели GSM, принятой в методике для ИМТ-2000.

В Добавлении С описан анализ, выполненный для нескольких используемых сегодня PPDR технологий и для некоторых распределений спектра для систем PPDR. В примерах получены значения максимально возможной пропускной способности системы, пригодные для оценки будущих потребностей в спектре. Существует множество других пользовательских требований и факторов, влияющих на распределение спектра, на функциональные и эксплуатационные параметры сети, выбор технологии и итоговую эффективность использования спектра.

*В соответствии с методикой для ИМТ-2000 C4, C5 следует:*

Выбрать несколько технологий сетей PPDR.

Выбрать несколько полос частот.

Выполнить расчеты в том же формате, что и для модели GSM.

Рассчитать типовые значения чистой пропускной способности системы для сухопутной подвижной радиосвязи в PPDR.

## **Ж Расчеты спектра**

Предлагаемая модель соответствует методике для IMT-2000.

Вполне вероятно, что часы наибольшей нагрузки в PPDR сетях будут совпадать. Следовательно, коэффициент альфа будет равен 1,0.

Вполне вероятно, что численность персонала PPDR будет увеличиваться с ростом численности населения. Вполне вероятно, что спрос на услуги PPDR будет расти в соответствии с тенденциями роста спроса на коммерческие услуги беспроводной связи.

Коэффициент бета здесь можно установить больше чем 1,0, или же в расчет чистой пропускной способности системы может быть введен коэффициент роста.

*В соответствии с методикой для IMT-2000 D1, D2, D3, D4, D5, D6 следует:*

Определить коэффициент альфа = 1.

Определить коэффициент бета = 1 (учитывает рост чистой пропускной способности системы, игнорирует внешнее влияние, например расчеты).

Рассчитать потребности в спектре для каждой услуги связи в условиях "обслуживания" каждого типа.

Суммировать потребности в спектре для условий "обслуживания" каждого типа (NB, WB, BB).

Суммировать полученные потребности в спектре.

## **Примеры**

В Добавлении Е приведен подробный пример узкополосной передачи речи, в котором использованы данные для Лондона из Добавления D. В Добавлении F приведен пример расчета суммарных значений для узкополосной передачи речи, сообщений и изображений для Лондона и Нью-Йорка и для широкополосной передачи данных и медленного видео для Нью-Йорка.

## **Выводы**

Показано, что методика для IMT-2000 (Рекомендация МСЭ-R М.1390) может быть адаптирована для расчета потребностей системы связи (или приложений) для обеспечения общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях. Приведены методы определения плотности PPDR пользователей и степени проникновения услуги. Определены условия "обслуживания", для которых можно рассчитать потребности в спектре для систем связи PPDR. Определены факторы, необходимые для преобразования методики IMT-2000 в методику PPDR, включая разработку методики для определения чистой пропускной способности системы PPDR.

## Добавление А Дополнения 1 к Приложению 4

### Сравнение предлагаемой методики для расчета потребностей в спектре для PPDR с методикой для IMT-2000

Методика для IMT-2000 (Рекомендация МСЭ-Р М.1390)	Методика для IMT-2000	Предлагаемая методика для PPDR
<b>А</b> География		
<b>A1</b> Условия эксплуатации Комбинация мобильности пользователя и мобильности пользователя. Обычно анализируются только наиболее значимые параметры.	<b>A1</b> Рассматривается три типа физических условий с различными плотностями пользователей: город и внутри зданий, пешеходы и автомобилисты	<b>A1</b> Плотность PPDR пользователей намного меньше и их распределение более однородно. Во время работы в зоне бедствия PPDR пользователи перемещаются из одних условий эксплуатации в другие. PPDR системы, как правило, разрабатываются так, чтобы они покрывали все возможные условия работы (т. е. региональные сети обеспечивают покрытие внутри зданий). Вместо анализа физических условий, предположим, что будет существовать несколько перекрывающихся систем, каждая из которых предоставляет различные услуги (узкополосные, широкополосные, и сверхширокополосные). Системы для каждого типа условий обслуживания, вероятно, будут работать в разных полосах частот, и иметь различную сетевую архитектуру. Проанализируем три типа перекрывающихся городских "условий обслуживания": узкополосные, широкополосные, сверхширокополосные.
<b>A2</b> Направление вычислений	<b>A2</b> Обычно проводятся отдельные расчеты для линии вверх и линии вниз из-за асимметрии некоторых услуг	<b>A2</b> То же
<b>A3</b> Представительная площадь и геометрия соты для условий каждого типа	<b>A3</b> Средний радиус соты или расстояние до вершины для шестиугольных сот	<b>A3</b> То же
<b>A4</b> Расчет площади типовой соты	<b>A4</b> Всенаправленные соты = $\pi \cdot R^2$ Шестиугольные соты = $2,6 \cdot R^2$ 3-секторный шестиугольник = $2,6/3 \cdot R^2$	<b>A4</b> То же



Методика для IMT-2000 (Рекомендация МСЭ-R М.1390)	Методика для IMT-2000	Предлагаемая методика для PPDR																								
<b>В</b> Рынок и трафик																										
<b>В1</b> Предлагаемые услуги	<b>В1</b> Чистая скорость для пользователя (кбит/с) Для каждой услуги: передача речи, передача данных с коммутацией каналов, простые сообщения, среднескоростные мультимедиа услуги, высокоскоростные мультимедиа услуги, высокоскоростные интерактивные мультимедиа услуги	<b>В1</b> Чистая скорость для пользователя (кбит/с) для каждого из трех типов условий обслуживания PPDR: узкополосные, широкополосные, сверхширокополосные																								
<b>В2</b> Плотность населения Население на единицу площади для условий каждого типа. Плотность населения меняется с появлением подвижности	<b>В2</b> Число возможных пользователей на км <sup>2</sup> Относительно общей численности населения	<p><b>В2</b> Суммарная плотность PPDR пользователей на всей территории исследуемой области. Разделим численность персонала PPDR на общую площадь и получим плотность PPDR пользователей.</p> <p>Обычно PPDR пользователей делят на известные категории в соответствии с выполняемыми задачами. Например:</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Категория</i></th> <th style="text-align: right;"><i>Численность</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Полиция</td> <td style="text-align: right;">25 498</td> </tr> <tr> <td>Специальные отряды полиции</td> <td style="text-align: right;">6 010</td> </tr> <tr> <td>Гражданский персонал полиции</td> <td style="text-align: right;">13 987</td> </tr> <tr> <td>Пожарные бригады</td> <td style="text-align: right;">7 081</td> </tr> <tr> <td>Пожарные бригады, неполной занятости</td> <td style="text-align: right;">2 127</td> </tr> <tr> <td>Добровольные пожарные бригады</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>Скорая помощь</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>Гражданский персонал скорой помощи</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>Правительственный персонал</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>Другие пользователи PPDR</td> <td style="text-align: right;"><u>0</u></td> </tr> <tr> <td><b>Суммарная численность PPDR</b></td> <td style="text-align: right;"><b>54 703</b></td> </tr> </tbody> </table> <p>Площадь исследуемой области. Площадь в пределах географических или политических границ. Пример: Лондон, Сити = 1620 км<sup>2</sup></p> <p>Плотность PPDR пользователей = Численность персонала PPDR/площадь Пример: Лондон = 33,8 PPDR/км<sup>2</sup></p>	<i>Категория</i>	<i>Численность</i>	Полиция	25 498	Специальные отряды полиции	6 010	Гражданский персонал полиции	13 987	Пожарные бригады	7 081	Пожарные бригады, неполной занятости	2 127	Добровольные пожарные бригады	0	Скорая помощь	0	Гражданский персонал скорой помощи	0	Правительственный персонал	0	Другие пользователи PPDR	<u>0</u>	<b>Суммарная численность PPDR</b>	<b>54 703</b>
<i>Категория</i>	<i>Численность</i>																									
Полиция	25 498																									
Специальные отряды полиции	6 010																									
Гражданский персонал полиции	13 987																									
Пожарные бригады	7 081																									
Пожарные бригады, неполной занятости	2 127																									
Добровольные пожарные бригады	0																									
Скорая помощь	0																									
Гражданский персонал скорой помощи	0																									
Правительственный персонал	0																									
Другие пользователи PPDR	<u>0</u>																									
<b>Суммарная численность PPDR</b>	<b>54 703</b>																									

Методика для ИМТ-2000 (Рекомендация МСЭ-Р М.1390)	Методика для ИМТ-2000	Предлагаемая методика для PPDR																																							
<p><b>В3</b> Степень проникновения</p> <p>Процент граждан, использующих услугу в данных условиях. Один человек может быть абонентом нескольких услуг.</p>	<p><b>В3</b> Обычно показана в виде таблицы,</p> <p>Строки – это услуги, определенные в В1, например передача речи, передача данных с коммутацией каналов, простые сообщения, среднескоростные мультимедиа услуги, высокоскоростные мультимедиа услуги, высокоскоростные интерактивные мультимедиа услуги.</p> <p>В столбцах показаны условия работы, например, внутри здания, пешеход, в автомобиле</p>	<p><b>В3</b> Аналогичная таблица</p> <p>Строки – это услуги, например передача речи, передача данных, передача видео.</p> <p>В столбцах показаны "условия обслуживания", например узкополосные, широкополосные, сверхширокополосные.</p> <p>Можно собрать данные о степени проникновения для каждого типа "условий обслуживания" отдельно для каждой категории PPDR, и затем рассчитать суммарную степень проникновения для PPDR.</p> <p>Пример:</p> <table border="1" data-bbox="1285 582 2027 1045"> <thead> <tr> <th><i>Категория</i></th> <th><i>Численность (Узкополосная передача речи)</i></th> <th><i>Проник- новение</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Полиция</td> <td>25 498</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Специальные отряды полиции</td> <td>6 010</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Гражданский персонал полиции</td> <td>13 987</td> <td>70%</td> </tr> <tr> <td>Пожарные бригады</td> <td>7 081</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Пожарные бригады, неполной занятости</td> <td>2 127</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Добровольные пожарные бригады</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Скорая помощь</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Гражданский персонал скорой помощи</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Правительственный персонал</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><b>Другие пользователи PPDR</b></td> <td><b>0</b></td> <td><b>0</b></td> </tr> <tr> <td><b>Суммарная численность PPDR</b></td> <td><b>54 703</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Численность персонала PPDR, пользующегося услугой узкополосной передачи речи</b></td> <td><b>32 667</b></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Степень проникновения PPDR для узкополосных "условий обслуживания" и услуги "передача речи":  <math>= \text{Sum}(\text{Pop} \times \text{Pen})/\text{sum}(\text{Pop}) = 59,7\%</math></p>	<i>Категория</i>	<i>Численность (Узкополосная передача речи)</i>	<i>Проник- новение</i>	Полиция	25 498	100%	Специальные отряды полиции	6 010	10%	Гражданский персонал полиции	13 987	70%	Пожарные бригады	7 081	10%	Пожарные бригады, неполной занятости	2 127	10%	Добровольные пожарные бригады	0	0	Скорая помощь	0	0	Гражданский персонал скорой помощи	0	0	Правительственный персонал	0	0	<b>Другие пользователи PPDR</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Суммарная численность PPDR</b>	<b>54 703</b>		<b>Численность персонала PPDR, пользующегося услугой узкополосной передачи речи</b>	<b>32 667</b>	
<i>Категория</i>	<i>Численность (Узкополосная передача речи)</i>	<i>Проник- новение</i>																																							
Полиция	25 498	100%																																							
Специальные отряды полиции	6 010	10%																																							
Гражданский персонал полиции	13 987	70%																																							
Пожарные бригады	7 081	10%																																							
Пожарные бригады, неполной занятости	2 127	10%																																							
Добровольные пожарные бригады	0	0																																							
Скорая помощь	0	0																																							
Гражданский персонал скорой помощи	0	0																																							
Правительственный персонал	0	0																																							
<b>Другие пользователи PPDR</b>	<b>0</b>	<b>0</b>																																							
<b>Суммарная численность PPDR</b>	<b>54 703</b>																																								
<b>Численность персонала PPDR, пользующегося услугой узкополосной передачи речи</b>	<b>32 667</b>																																								

Методика для ИМТ-2000 (Рекомендация МСЭ-Р М.1390)	Методика для ИМТ-2000	Предлагаемая методика для PPDR
<b>В4</b> Число пользователей/1 сота Число людей, использующих услугу в соте	<b>В4</b> Число пользователей/1 сота = Плотность населения × Степень проникновения × Площадь соты	<b>В4</b> То же
<b>В5</b> Параметры трафика Попытки вызовов в ЧНН: среднее количество попыток сделать вызов/установить сеанс связи с/от среднего пользователя в час наибольшей нагрузки Эффективная длительность вызова Средняя длительность вызова/ сеанса связи в час наибольшей нагрузки Коэффициент активности Процент времени, в течение которого ресурс действительно используется в течение вызова/ сеанса связи <i>Пример:</i> при пакетной передаче данных, имеющей импульсный характер, канал может не использоваться в течение всего сеанса связи. Если вокодер не передает данные во время паузы в разговоре	<b>В5</b> Число вызовов/час наибольшей нагрузки  с/вызов  0–100%	<b>В5</b> То же  Источники: Отчет PSWAC о данных, полученных от существующих систем PPDR  То же  То же  Наиболее вероятно, что для большинства услуг PPDR коэффициент активности = 100%
<b>В6</b> Трафик/пользователь Средний трафик, создаваемый каждым пользователем в час наибольшей нагрузки	<b>В6</b> Число вызовов-секунд/пользователь = Число попыток в час наибольшей нагрузки × Длительность вызова × Коэффициент активности	<b>В6</b> То же
<b>В7</b> Предлагаемый трафик/сота Средний трафик, создаваемый всеми пользователями в соте в час наибольшей нагрузки (3600 с)	<b>В7</b> Эрлангов = Трафик/пользователь × Пользователь/сота/3600	<b>В7</b> То же

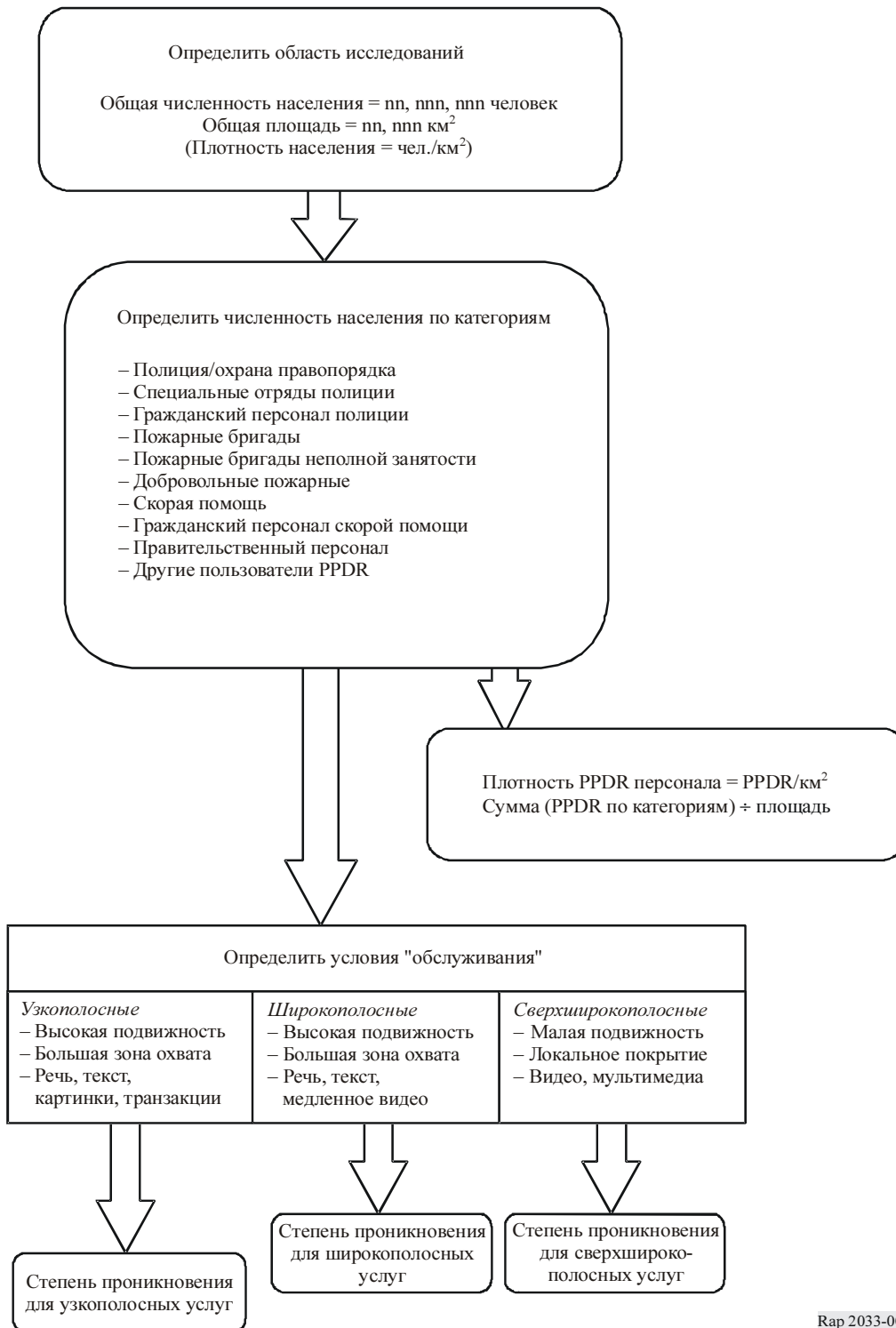
Методика для ИМТ-2000 (Рекомендация МСЭ-Р М.1390)	Методика для ИМТ-2000	Предлагаемая методика для PPDR
<p><b>В8</b> Качество обслуживания</p> <p>Предлагаемый трафик/сота умножается на типовой коэффициент частоты повторения сот, размер кластера и коэффициент качества обслуживания (функция блокировки) для оценки значения предлагаемого трафика на соту при данном качестве</p> <p>Размер группы</p> <p>Трафик на группу</p>	<p>Типичное значение повторения соты = 7</p> <p>= Трафик/сота (Эрланг) × Размер группы</p>	<p>12 для систем с только портативными или только подвижными станциями.</p> <p>Используем значение 21 для смешанных систем (портативные и подвижные).</p> <p>В смешанных системах предположим, что система разработана для работы с портативными станциями. Наиболее мощные станции, вероятно, находятся в удаленных сотах, поэтому для обеспечения большего разнесения размер группы увеличивается с 12 до 21.</p> <p>То же</p>
<p>Информационных каналов на группу</p>	<p>Применяем формулы для качества обслуживания</p> <p>С коммутацией каналов = Эрланг В с блокировкой 1% или 2%</p> <p>С коммутацией пакетов = Эрланг С с 1% или 2% задержанных пакетов и отношением задержка/время занятия линии = 0,5</p>	<p>То же</p> <p>Используем 1% блокировку. Коэффициент Эрланг В, вероятно, близок к 1,5.</p> <p>Необходимо учесть дополнительную надежность для PPDR систем, дополнительную емкость для пиковой нагрузки во время чрезвычайных ситуаций, и число каналов, которое, вероятно, должно быть организовано на каждой антенной площадке.</p> <p>Модульность технологии может повлиять на число каналов, организуемых на одной площадке.</p>

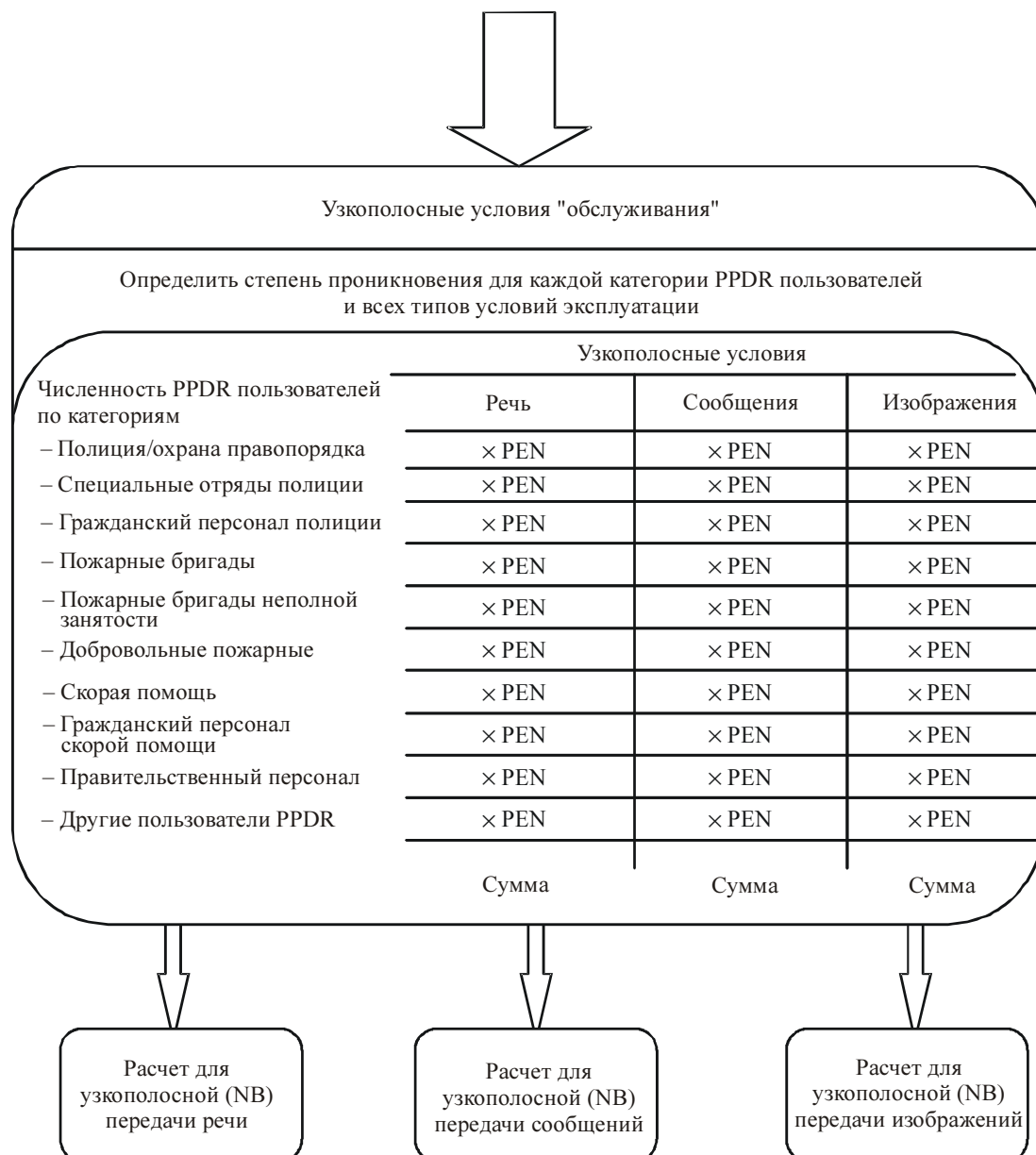
Методика для IMT-2000 (Рекомендация МСЭ-R M.1390)	Методика для IMT-2000	Предлагаемая методика для PPDR
<b>С</b> Технические и системные требования		
<b>С1</b> Информационных каналов на соту для передачи требуемой нагрузки	<b>С1</b> Информационных каналов на соту = Информационных каналов на группу/размер группы	<b>С1</b> То же
<b>С2</b> Скорость передачи в информационном канале (кбит/с)  Чистая скорость пользователя плюс дополнительная нагрузка из-за кодирования и/или сигнальной и служебной информации, если еще не учтено	<b>С2</b> Скорость передачи в информационном канале = Чистая скорость передачи пользователя × Коэффициент служебной информации × Коэффициент кодирования  Если кодирование и служебная информация уже учтены в величине чистой скорости передаче пользователя, то коэффициент кодирования = 1 и коэффициент служебной информации = 1	<b>С2</b> То же  Также надо суммировать влияние от кодирования и наличия служебной информации.  Если на выходе вокодера = 4,8 кбит/с, FEC = 2,4 кбит/с, и служебная информация = 2,4 кбит/с, то Скорость передачи в канале = 9,6 кбит/с.
<b>С3</b> Рассчитать трафик (Мбит/с)  Суммарный трафик, передаваемый в данной области, включающий все факторы	<b>С3</b> Суммарный трафик  = Информационных каналов на соту × скорость передачи в информационном канале	<b>С3</b> То же
<b>С4</b> Чистая пропускная способность системы  Измерить пропускную способность системы для конкретной технологии. Связано со спектральной эффективностью	<b>С4</b> Рассчитать для системы GSM	<b>С4</b> Рассчитать для типовых узкополосных, широкополосных и сверхширокополосных сухопутных подвижных систем
<b>С5</b> Расчет для модели GSM  Ширина полосы канала = 200 кГц, коэффициент повторного использования соты = 9, 8 слотов трафика на несущую, дуплексное разнесение частот (FDD), 2 × 5,8 МГц, 2 защитных канала, 13 кбит/с в каждом слоте трафика, Коэффициент служебной информации/ кодирования = 1,75	<b>С5</b> Чистая пропускная способность системы  Для модели GSM  = 0,1 Мбит/с/МГц/сота	<b>С5</b> Несколько примеров сухопутных подвижных систем приведено в Добавлении А

Методика для IMT-2000 (Рекомендация МСЭ-R M.1390)	Методика для IMT-2000	Предлагаемая методика для PPDR
<b>D</b> Результаты		
<b>D1–D4</b> Рассчитать отдельные компоненты (для каждой соты по матрице условий работы)	<b>D1–D4</b> Freq = Чистая пропускная способность системы для каждой услуги связи в условиях каждого типа	<b>D1–D4</b> Аналогично, рассчитаем для каждой соты по матрице "условия обслуживания"
<b>D5</b> Весовой коэффициент (альфа) для часа наибольшей нагрузки в условиях каждого типа относительно часа наибольшей нагрузки для других условий, может изменяться от 0 до 1	<b>D5</b> Если часы наибольшей нагрузки во всех условиях совпадают, то альфа = 1 Freq <sub>es</sub> = Freq × альфа требования из D1–D4	<b>D5</b> То же  То же
<b>D6</b> Поправочный коэффициент (бета) для внешнего влияния –множество операторов/сетей, защитные интервалы, совместное использование частот, модульность технологии	<b>D6</b> Freq(всего) = бета × sum(альфа × Freq <sub>es</sub> )	<b>D6</b> То же

## Добавление В Дополнения 1 к Приложению 4

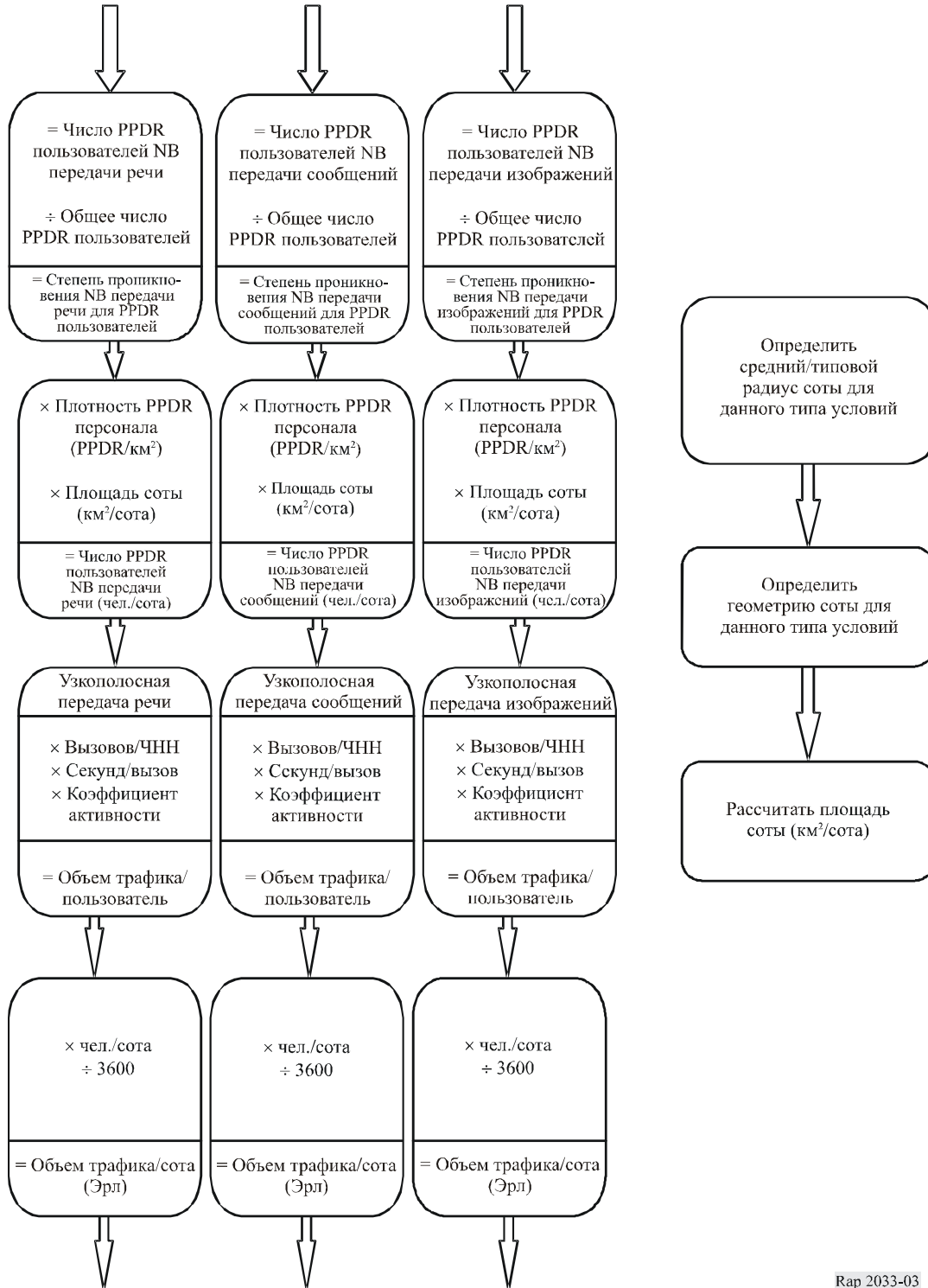
### Алгоритм расчета потребностей в спектре для PPDR

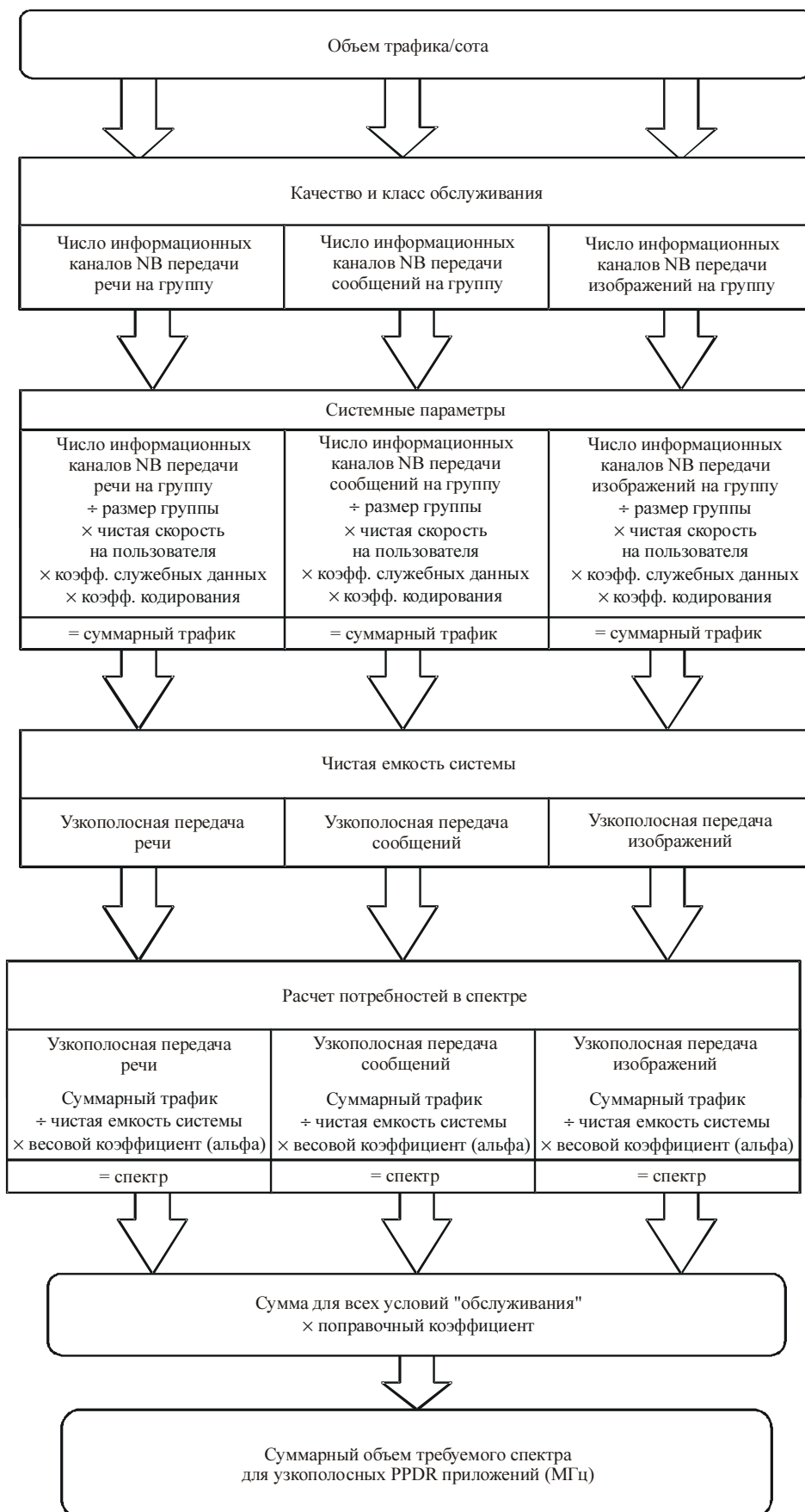


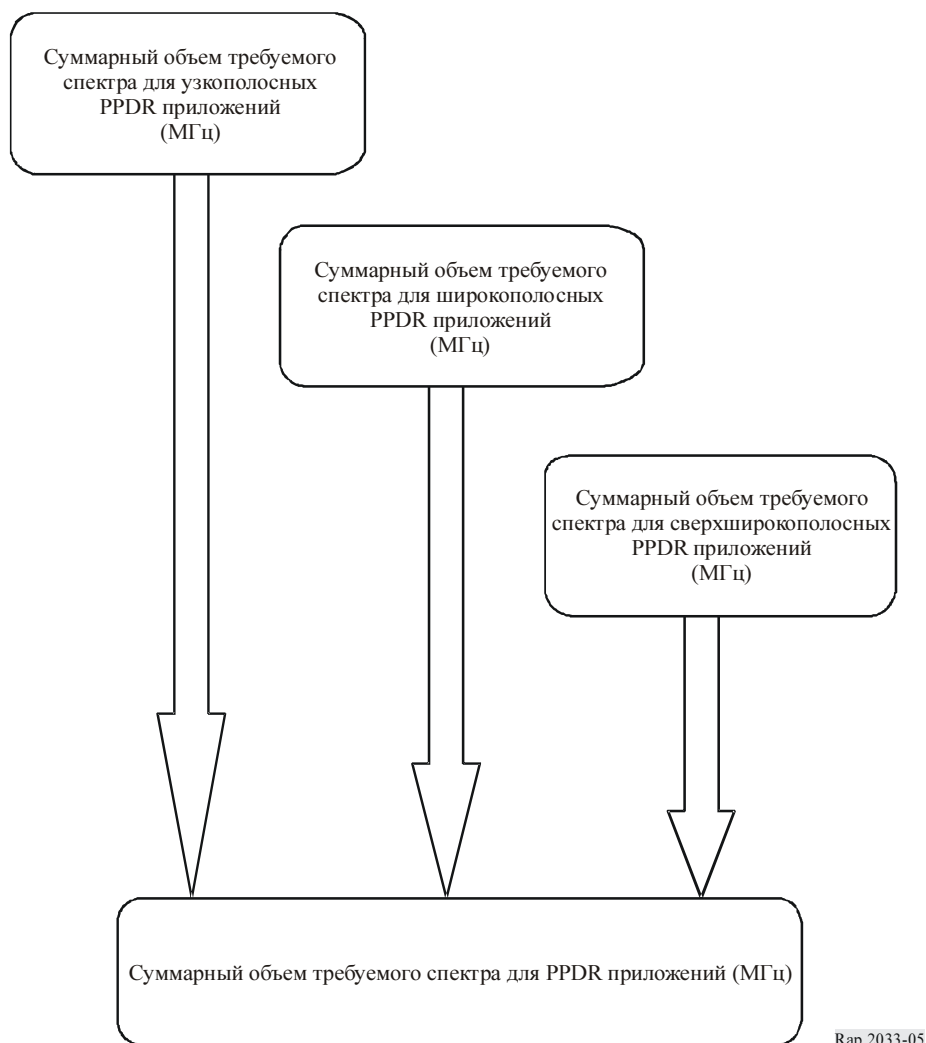


PEN: степень проникновения









## Добавление С Дополнения 1 к Приложению 4

### Примеры расчета пропускной способности системы

#### 1 Методика расчета пропускной способности системы ИМТ-2000

Показатель эффективности использования спектра – важнейшая мера пропускной способности беспроводной связи. Для сравнения показателей эффективности использования спектра следует использовать общие правила расчета пропускной способности системы (кбит/с/МГц/сота), имеющейся для передачи трафика. При анализе следует учитывать факторы, которые уменьшают пропускную способность при передаче по радио (защитные полосы, помехи по соседнему и по совмещенному каналу, наличие внутри полосы каналов, выделенных для других целей). В результате этого расчета должна получиться максимально возможная пропускная способность системы в пределах рассматриваемых участков спектра. Для достижения желаемого качества обслуживания реальные системы будут разрабатываться для меньших объемов трафика.

В Приложении 3 к Отчету SAG по расчету спектра для UMTS/IMT-2000<sup>5</sup> пропускная способность обобщенной сети GSM рассчитывается следующим образом:

#### С4 и С5 Расчет пропускной способности системы

<b>GSM и IMT-2000</b>			
Ширина полосы (МГц)	5,8	11,6	МГц (всего)
Ширина канала	0,2		МГц
		29,0	FDD каналов в полосе
Коэффициент повторного использования группы	9		
		3,2	Каналов на соту
Защитные каналы	2		(На границе полосы)
Каналы вход-выход	0		
		<b>27,0</b>	<b>Каналов трафика</b>
Трафик/каналы	8		8 МДВР слотов на канал
Передача данных/ каналы	13		кбит/с/слот
Служебные данные и сигнализация	1,75		(182 кбит/с на канал (всего))
		<b>546,0</b>	<b>кбит/с/сота</b>
		5,8	МГц ширина полосы исходящего или входящего канала
			<b>Доступная суммарная пропускная способность</b>
		94,1	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала
Улучшение речевого сигнала	1,05	<b>98,8</b>	<b>кбит/с/сота/МГц входящего или исходящего канала с улучшением речевого сигнала</b>
Все улучшения	1,1	103,6	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала со всеми улучшениями

МДВР: многостанционный доступ с временным разделением.

В расчетах для IMT-2000 чистая пропускная способность системы GSM обычно округляется до 0,10 Мбит/с/МГц/сота.

Та же методика используется далее в нескольких примерах для узкополосных технологий и нескольких участков спектра. Примеры показывают, что на результаты расчета пропускной способности существенное влияние оказывают структура полосы частот и коэффициент многократного использования частот.

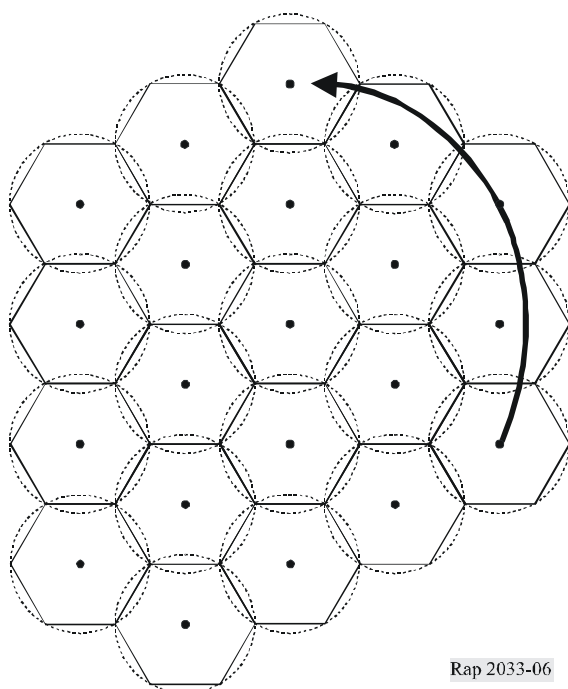
Это не означает наличие прямого сравнения между выбранными технологиями. Существует множество других потребностей пользователя и факторов, влияющих на распределение спектра, которые влияют на функциональные и эксплуатационные показатели сети, выбор технологии и общую эффективность сети. Некоторые факторы, связанные со спектром, учтены коэффициентами альфа и бета (Рекомендация МСЭ-R М.1390, D5 и D6).

<sup>5</sup> Консультативная группа по UMTS аукционам, Замечания относительно показателей спектральной эффективности – UACG(98) 23. ([www.spectrumauctions.gov.uk/documents/uacg23.html](http://www.spectrumauctions.gov.uk/documents/uacg23.html)) Источник 1 = Отчет SAG, Расчет спектра для наземных систем UMTS, редакция 1.2, 12 марта 1998 года.

Результирующая чистая пропускная способность системы			
Полоса частот	Технология	Каналы	Суммарная пропускная способность
<b>Коэффициент повторного использования группы = 12</b>			
США: полоса 821–824/866–869 МГц	P25 фаза I МДЧР	1 × 12,5 кГц	60,0 кбит/с/МГц/сота
Полоса общественной безопасности США 700 МГц	P25 фаза I МДЧР	1 × 12,5 кГц	53,9 кбит/с/МГц/сота
Полоса общественной безопасности США 700 МГц	P25 фаза II МДЧР	1 × 6,25 кГц	107,7 кбит/с/МГц/сота
Европейская полоса общественной безопасности 400 МГц	TETRA МДВР	4 слота/25 кГц	98,0 кбит/с/МГц/сота
<b>Коэффициент повторного использования группы = 21</b>			
США: полоса 821–824/866–869 МГц	P25 фаза I МДЧР	1 × 12,5 кГц	34,3 кбит/с/МГц/сота
Полоса общественной безопасности США 700 МГц	P25 фаза I МДЧР	1 × 12,5 кГц	30,8 кбит/с/МГц/сота
Полоса общественной безопасности США 700 МГц	P25 фаза II МДЧР	1 × 6,25 кГц	61,6 кбит/с/МГц/сота
Европейская полоса общественной безопасности 400 МГц	TETRA МДВР	4 слота/25 кГц	56,0 кбит/с/МГц/сота

МДЧР: многостанционный доступ с частотным разделением.

ПРИМЕЧАНИЕ. – 1 Коэффициент повторного использования группы = 12 применим только для систем, в которых работают маломощные, переносные портативные устройства. Коэффициент повторного использования = 21 применим для систем, в которых работают и переносные портативные, и более мощные, устанавливаемые на автотранспортном средстве, устройства. Более высокий коэффициент необходим, поскольку могут создаваться помехи со стороны удаленных подвижных станций работе сот, спроектированных для условий работы с портативными станциями.



С 12-сотовой моделью повторного использования частот могут создаваться помехи со стороны удаленных подвижных станций работе сот, спроектированных для условий работы с переносными портативными станциями.

Рекомендуется 21-сотовая модель повторного использования.

Пример 1: Узкополосные технологии для диспетчерской передачи речи и низкоскоростной передачи данных.

Проект 25 фаза I, МДЧР касается полосы служб общественной безопасности США 800 МГц.

#### С4 и С5 Расчет пропускной способности системы

NPSPAC, использующий P25 фаза I МДЧР		Полоса США 821–824/866–869 МГц	
Ширина полосы (МГц)	3	6,0	МГц (всего)
Ширина канала	0,0125		
		240,0	FDD каналов в полосе
Коэффициент повторного использования группы	12		(Только носимые терминалы)
		20,0	Каналов на соту
Защитные каналы	0		(На границе полосы)
Каналы вход-выход	15		(5 × 12,5 + 12,5 кГц защитный интервал с каждой стороны канала вход-выход (I/O))
		<b>225,0</b>	<b>Каналов трафика</b>
Трафик/каналы	1		
Передача данных/каналы	4,8		кбит/с
Служебные данные и сигнализация	2		(9,6 кбит/с на канал (всего))
		<b>180,0</b>	<b>кбит/с/сота</b>
		3,0	МГц ширина полосы исходящего или входящего канала
			<b>Доступная суммарная пропускная способность</b>
		<b>60,0</b>	<b>кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала</b>
Улучшение речевого сигнала	1,05	63,0	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала с улучшением речевого сигнала
Все улучшения	1,1	66,0	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала со всеми улучшениями

NPSPAC, использующий P25 фаза I МДЧР		Полоса США 821–824/866–869 МГц	
Ширина полосы (МГц)	3	6,0	МГц (всего)
Ширина канала	0,0125		
		240,0	FDD каналов в полосе
Коэффициент повторного использования группы	21		(портативные и мобильные терминалы)
		11,4	Каналов на соту
Защитные каналы	0		(На границе полосы)
Каналы вход-выход	15		(5 × 12,5 + 12,5 кГц защитный интервал с каждой стороны канала вход-выход (I/O))
		<b>225,0</b>	<b>Каналов трафика</b>
Трафик/каналы	1		
Передача данных/каналы	4,8		кбит/с
Служебные данные и сигнализация	2		(9,6 кбит/с на канал (всего))
		<b>102,9</b>	<b>кбит/с/сота</b>
		3,0	МГц ширина полосы исходящего или входящего канала
			<b>Доступная суммарная пропускная способность</b>
		<b>34,3</b>	<b>кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала</b>
Улучшение речевого сигнала	1,05	36,0	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала с улучшением речевого сигнала
Все улучшения	1,1	37,0	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала со всеми улучшениями

Пример 2: Узкополосные технологии для диспетчерской передачи речи и низкоскоростной передачи данных.

Проект 25 фаза I, МДЧР касается полосы служб общественной безопасности США 700 МГц.

#### С4 и С5 Расчет пропускной способности системы

P25, фаза I МДЧР		США – полоса служб общественной безопасности 700 МГц	
Ширина полосы (МГц)	6	12,0	МГц (всего) (4 блока × 3 МГц)
Ширина канала	0,0125		
		480,0	FDD каналов в полосе
Коэффициент повторного использования группы	12		(Только носимые терминалы)
		40,0	Каналов на соту
Защитные каналы	12		(маломощные каналы на границе полосы)
Каналы вход-выход	64		(32 × 12,5 кГц I/O + 32 × 12,5 кГц резерв)
		<b>404,0</b>	<b>Каналов трафика</b>
Трафик/каналы	1		
Передача данных/каналы	4,8		кбит/с
Служебные данные и сигнализация	2		(9,6 кбит/с на канал (всего))
		<b>323,2</b>	<b>кбит/с/сота</b>
		6,0	МГц ширина полосы исходящего или входящего канала
			<b>Доступная суммарная пропускная способность</b>
		<b>53,9</b>	<b>кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала</b>
Улучшение речевого сигнала	1,05	56,6	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала с улучшением речевого сигнала
Все улучшения	1,1	59,3	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала со всеми улучшениями

P25, фаза I МДЧР		США – полоса служб общественной безопасности 700 МГц	
Ширина полосы (МГц)	6	12,0	МГц (всего) (4 блока × 3 МГц)
Ширина канала	0,0125		
		480,0	FDD каналов в полосе
Коэффициент повторного использования группы	21		(портативные и мобильные терминалы)
		22,9	Каналов на соту
Защитные каналы	12		(Маломощные каналы на границе полосы)
Каналы вход-выход	64		(32 × 12,5 кГц I/O + 32 × 12,5 кГц резерв)
		<b>404,0</b>	<b>Каналов трафика</b>
Трафик/каналы	1		
Передача данных/каналы	4,8		кбит/с
Служебные данные и сигнализация	2		(9,6 кбит/с на канал (всего))
		<b>184,7</b>	<b>кбит/с/сота</b>
		6,0	МГц ширина полосы исходящего или входящего канала
			<b>Доступная суммарная пропускная способность</b>
		<b>30,8</b>	<b>кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала</b>
Улучшение речевого сигнала	1,05	32,3	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала с улучшением речевого сигнала
Все улучшения	1,1	33,9	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала со всеми улучшениями

Пример 3: Узкополосные технологии для диспетчерской передачи речи и низкоскоростной передачи данных.

Проект 25 фаза II, МДЧР касается полосы служб общественной безопасности США 700 МГц.

#### С4 и С5 Расчет пропускной способности системы

P25, фаза II МДЧР		США – полоса служб общественной безопасности 700 МГц	
Ширина полосы (МГц)	6	12,0	МГц (всего)
Ширина канала	0,00625		
		960,0	FDD каналов в полосе
Коэффициент повторного использования группы	12		(Только носимые терминалы)
		80,0	Каналов на соту
Защитные каналы	24		(Маломощные каналы на границе полосы)
Каналы вход-выход	128		(64 × 6,25 кГц I/O + 64 × 6,25 кГц резерв)
		<b>808,0</b>	<b>Каналов трафика</b>
Трафик/каналы	1		
Передача данных/каналы	4,8		кбит/с
Служебные данные и сигнализация	2		(9,6 кбит/с на канал (всего))
		<b>646,4</b>	<b>кбит/с/сота</b>
		6,0	МГц ширина полосы исходящего или входящего канала
			<b>Доступная суммарная пропускная способность</b>
		<b>107,7</b>	<b>кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала</b>
Улучшение речевого сигнала	1,05	113,1	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала с улучшением речевого сигнала
Все улучшения	1,1	118,5	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала со всеми улучшениями

P25, фаза II МДЧР		США – полоса служб общественной безопасности 700 МГц	
Ширина полосы (МГц)	6	12,0	МГц (всего)
Ширина канала	0,00625		
		960,0	FDD каналов в полосе
Коэффициент повторного использования группы	21		(Только носимые терминалы)
		45,7	Каналов на соту
Защитные каналы	24		(Маломощные каналы на границе полосы)
Каналы вход-выход	128		(64 × 6,25 кГц I/O + 64 × 6,25 кГц резерв)
		<b>808,0</b>	<b>Каналов трафика</b>
Трафик/каналы	1		
Передача данных/каналы	4,8		кбит/с
Служебные данные и сигнализация	2		(9,6 кбит/с на канал (всего))
		<b>369,4</b>	<b>кбит/с/сота</b>
		6,0	МГц ширина полосы исходящего или входящего канала
			<b>Доступная суммарная пропускная способность</b>
		<b>61,6</b>	<b>кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала</b>
Улучшение речевого сигнала	1,05	64,6	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала с улучшением речевого сигнала
Все улучшения	1,1	67,7	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала со всеми улучшениями



Пример 4: Узкополосные технологии для диспетчерской передачи речи и низкоскоростной передачи данных.

МДВР TETRA относится к европейской полосе служб общественной безопасности 400 МГц.

#### С4 и С5 Расчет пропускной способности системы

TETRA МДВР		Европейская полоса служб общественной безопасности 400 МГц	
Ширина полосы (МГц)	3	6,0	МГц (всего)
Ширина канала	0,025		
		120,0	FDD каналов в полосе
Коэффициент повторного использования группы	12		(Только носимые портативные терминалы)
		10,0	Каналов на соту
Защитные каналы	2		(На границе полосы)
Каналы взаимодействия	20		(Резерв для режима прямой связи)
		<b>98,0</b>	<b>Каналов трафика</b>
Трафик/каналы	4		Слоты/каналы
Передача данных/каналы	7,2		кбит/с/слот
Служебные данные и сигнализация	1,25		(36 кбит/с на канал (всего))
		<b>294,0</b>	<b>кбит/с/сота</b>
		3,0	МГц ширина полосы исходящего или входящего канала
			<b>Доступная суммарная пропускная способность</b>
		<b>98,0</b>	<b>кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала</b>
Улучшение речевого сигнала	1,05	102,9	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала с улучшением речевого сигнала
Все улучшения	1,1	107,8	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала со всеми улучшениями

TETRA МДВР		Европейская полоса служб общественной безопасности 400 МГц	
Ширина полосы (МГц)	3	6,0	МГц (всего)
Ширина канала	0,025		
		120,0	FDD каналов в полосе
Коэффициент повторного использования группы	21		(И портативные, и мобильные терминалы)
		5,7	Каналов на соту
Защитные каналы	2		(На границе полосы)
Каналы взаимодействия	20		(Резерв для режима прямой связи)
		<b>98,0</b>	<b>Каналов трафика</b>
Трафик/каналы	4		Слоты/каналы
Передача данных/каналы	7,2		кбит/с/слот
Служебные данные и сигнализация	1,25		(36 кбит/с на канал (всего))
		<b>168,0</b>	<b>кбит/с/сота</b>
		3,0	МГц ширина полосы исходящего или входящего канала
			<b>Доступная суммарная пропускная способность</b>
		<b>56,0</b>	<b>кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала</b>
Улучшение речевого сигнала	1,05	58,8	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала с улучшением речевого сигнала
Все улучшения	1,1	61,6	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала со всеми улучшениями

Пример 5: Широкополосные технологии для передачи данных и низкоскоростной передачи видео.

Технология, способная удовлетворить требования по использованию полосы служб общественной безопасности США 700 МГц со скоростью передачи 384 кбит/с в пределах канала шириной 150 кГц.

#### С4 и С5 Расчет пропускной способности системы

<b>Примерно 384 кбит/с / 150 кГц</b>			
Ширина полосы (МГц)	4,8	9,6	МГц (всего)
Ширина канала	0,15		МГц
		32,0	FDD каналов в полосе
Коэффициент повторного использования группы	12		
		2,7	Каналов на соту
Защитные каналы	4		(На границе полосы)
Каналы вход-выход	12		
		<b>16,0</b>	<b>Каналов трафика</b>
Трафик/каналы	1		Слотов на канал
Передача данных/каналы	192		кбит/с/слот
Служебные данные и сигнализация	2		(192 кбит/с на канал (всего))
		<b>512,0</b>	<b>кбит/с/сота</b>
		4,8	МГц ширина полосы исходящего или входящего канала
			<b>Доступная суммарная пропускная способность</b>
		106,7	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала
Улучшение речевого сигнала	1,05	<b>112,0</b>	<b>кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала с улучшением речевого сигнала</b>
Все улучшения	1,1	117,3	кбит/с/сота/МГц исходящего или входящего канала со всеми улучшениями

Передача данных: предполагаем кодирование с коэффициентом 3/4 или данные источника 144 кбит/с, FEC = 48 кбит/с, служебные данные 192 кбит/с.

Видео: предполагаем кодирование с коэффициентом 1/2 для видео с передачей полного движения среднего качества, частота кадров 10 кадров/с; видеоканал ~50 кбит/с, канал речи 4,8 кбит/с, FEC = 55 кбит/с, служебные данные 110 кбит/с.

### Добавление D Дополнения 1 к Приложению 4

#### Пример: Данные о плотности персонала, занятого в работах по обеспечению общественной безопасности и оказанию помощи при бедствиях

##### Англия и Уэльс

Население = ~ 52,2 млн.

Англия = ~ 49,23 млн.

Уэльс = ~ 2,95 млн.

Площадь зоны = ~151 000 км<sup>2</sup>

Англия = ~ 130 360 км<sup>2</sup>

Уэльс = ~ 20 760 км<sup>2</sup>

Плотность населения Англии =  $346 \text{ чел./км}^2 = 100\,000 \text{ чел./}289 \text{ км}^2$

Население Лондона = 7 285 000 человек

Площадь Лондона =  $1620 \text{ км}^2$

Плотность населения Лондона =  $4496 \text{ чел./км}^2 = 100\,000 \text{ чел./}22,24 \text{ км}^2$

#### Число офицеров полиции<sup>6</sup>

	Сумма	Плотность/100 000
Офицеров полиции (обычные обязанности)	123 841	237,2
Офицеров полиции (дополнительные задачи)	2 255	4,3
Офицеров полиции (внешние назначения)	702	1,3
Сумма	126 798	242,9

#### Гражданский персонал полной занятости<sup>7</sup>

Полная занятость	48 759	93,4
Эквивалентная частичная занятость (7897 чел.)	4 272	8,2
Сумма	53 031	101,6

#### Средняя плотность (младших офицеров)

В среднем = 237,2 офицеров на 100 000 человек населения

В городах = 299,7

Не в городах = 201,2

#### 8 крупнейших городов = 352,4

Сельская область с наименьшей численностью населения = 176,4

Офицеры/гражданский персонал =  $126\,798/53\,031 = 2,4$  офицера на 1 гражданского служащего

#### Распределение офицеров полиции по рангам

Старший констебль	49	0,04%
Ассистент старшего констебля	151	0,12%
Суперинтендант	1 213	0,98%
Старший инспектор	1 604	1,30%
Инспектор	5 936	4,80%
Сержант	18 738	15,1%
Констебль	96 150	77,6%

<sup>6</sup> Источник: Персонал полиции, Англия и Уэльс, на 31 марта 1999 г., авторы Julian Prime и Rohith Sen-gupta @ Home Office, Research Development & Statistics Directorate.

<sup>7</sup> Учитывая гражданский персонал Национальной криминальной полиции (NCS) & Национальной уголовной полиции (NCIS).

**Другое<sup>8</sup>**

Специальные констебли 16 484

Дорожная полиция 3342 в эквиваленте к полной занятости  
(3206 полной занятости и 242 частичной занятости)

**Пожарные бригады**

Персонал в Англии и Уэльсе (43 бригады)

Оплачиваемые 35 417

Дополнительные (работают неполное время или добровольцы) 14 600

50 082

Лондон: предположительно  $126\,798/35\,417 = 3,58$  полиция/пожарные  
или примерно 98 пожарных/100 000 населения в Лондоне

Парк радиостанций для пожарных: ~24 500 радиостанций

Общая степень проникновения: 50%

Степень проникновения для пожарных, работающих с полной занятостью: 70%.

**Оценки численности персонала PPDR в Лондоне**

Категория PPDR	Численность персонала PPDR	Степень проникновения PPDR для узкополосной передачи речи
Полиция	25 498	100%
Другие отряды полиции	6 010	10%
Гражданский персонал полиции	13 987	10%
		(диспетчеры, техники и др.)
Пожарные бригады	7 081	70%
Пожарные неполной занятости	2 127	10%
Добровольные пожарные	—	0%
Скорая помощь	—	0%
Гражданский персонал скорой помощи	—	0%
Правительственный персонал	—	0%
Другие пользователи PPDR	—	0%

<sup>8</sup> Не учтены в вышеприведенных цифрах.

**Добавление Е**  
**Дополнения 1 к Приложению 4**

**Пример расчета**

<b>Методика для IMT-2000 (Рек. МСЭ-R M.1390)</b>		<b>TETRA в Лондоне Услуги узкополосной передачи речи</b>		
<b>A</b>	Географические параметры			
<b>A1</b>	Выбрать тип условий эксплуатации Каждый тип условий эксплуатации образует столбец в расчетной таблице. Не рассматривайте все типы условий, только те, в которых формируются наибольшие потребности в спектре. Условия эксплуатации могут перекрываться географически. Ни один пользователь не должен находиться одновременно в двух типах условий эксплуатации	Условия = "е"  Комбинация плотности пользователя и мобильности пользователя: Плотность: плотно заселенный городской центр, городские районы, пригороды, сельская местность. Подвижность: внутри здания, пешеход, в автомобиле. Определить, какие из возможных условий плотности/подвижности существуют совместно и создают наибольшие потребности в спектре		
<b>A2</b>	Выбрать направление вычислений, линия вверх или линия вниз или их комбинация	Обычно отдельные расчеты для линии вверх и линии вниз из-за асимметрии некоторых служб	<b>Городской пешеход и автомобиль</b>	<b>Городской пешеход и автомобиль</b>
<b>A3</b>	Площадь и геометрия представительной соты каждого типа условий эксплуатации	Средняя/типовая геометрия соты (м): радиус для круговых сот; радиус сектора для шестиугольных секторных сот	<b>Линия вверх</b>	<b>Линия вниз</b>
<b>A4</b>	Рассчитать площадь представительной соты	Ненаправленные соты: круговые = $\pi \cdot R^2$ ; шестиугольные = $2,6 \cdot R^2$ ; шестиугольные 3-секторные = $2,6 \cdot R^2/3$ км <sup>2</sup>	<b>5</b>	<b>65</b>
<b>B</b>	Параметры трафика и рынка			
<b>B1</b>	Предлагаемые услуги связи	Соответствующая чистая скорость для пользователя (кбит/с)	<b>7,2 кбит/с = 4,8 кбит/с речь с вокодером = 2,4 кбит/с FEC</b>	

		Методика для IMT-2000 (Рек. МСЭ-Р М.1390)		Лондон TETRA Услуги узкополосной передачи речи	
B2	Плотность населения	Суммарная численность населения = сумма (население по категориям)		54 703	Суммарная численность персонала PPDR в пределах рассматриваемой области
				Численность населения (население по категориям PPDR)	Степень проникновения (PEN) для категорий PPDR
					(Узкополосная передача речи)
		Полиция	25 498	1,00	
		Другие отряды полиции	6 010	0,10	
		Гражданский персонал полиции	13 987	0,10	
		Пожарные бригады	7 081	0,70	
		Пожарные бригады, неполной занятости	2 127	0,10	
		Добровольные пожарные	0	0,10	
		Скорая помощь	0	0,50	
Добровольные помощники скорой помощи	0	0,10			
Правительственный персонал	0	0,10			
Другие пользователи PPDR	0	0,10			
	= SUM (POP × PEN)		32 667,1	Численность персонала PPDR, использующего услугу NB передачи речи	
	<b>Рассматриваемая область</b>	308,9 кв. миль	<b>1 620</b>	км <sup>2</sup>	

Методика для ИМТ-2000 (Рек. МСЭ-R М.1390)		Лондон TETRA Услуги узкополосной передачи речи			
	Численность населения на единицу площади в рассматриваемых условиях. Плотность населения может меняться с изменением подвижности	Число потенциальных пользователей на км <sup>2</sup>		33,8	Суммарная численность населения/км <sup>2</sup>
В3	Степень проникновения % населения, являющийся абонентами данной услуги в данных условиях. Люди могут быть абонентами нескольких услуг, следовательно, суммарная степень проникновения всех услуг в данных условиях может превышать 100%		= PEN для категории PPDR × численность персонала категории PPDR/общая численность PPDR	По категориям (Полиция = PEN для полиции × численность полиции)	По категориям (Полиция = PEN для полиции × численность полиции)/Суммарная численность персонала PPDR
			Полиция	25 498,00	0,466
			Другие отряды полиции	601,00	0,011
			Гражданский персонал полиции	1 398,70	0,026
			Пожарные бригады	4 956,70	0,091
			Пожарные бригады, неполной занятости	212,70	0,004
			Добровольные пожарные	0,00	0,000
			Скорая помощь	0,00	0,000
			Добровольные помощники скорой помощи	0,00	0,000
			Правительственный персонал	0,00	0,000
Другие пользователи PPDR	0,00	0,000			
	= % от общей численности персонала PPDR	<b>Суммарная степень проникновения для PPDR</b>	<b>59,717</b>	<b>% использ. услугу NB передачи речи</b>	

Методика для IMT-2000 (Рек. МСЭ-Р М.1390)		Лондон TETRA Услуги узкополосной передачи речи			
<b>B4</b>	Число пользователей/1 сота Представляет собой численность людей, являющихся абонентами услуги "s" в условиях типа "e"	Число пользователей/1 сота = Плотность населения × Степень проникновения × Площадь соты  Зависит от плотности населения, площади соты, и степень проникновения услуги в условиях каждого типа			
				<b>1 311</b>	<b>PPDR пользователей NB передачи речи на соту</b>
<b>B5</b>	Параметры трафика			<b>Линия вверх</b>	<b>Линия вниз</b>
	Попытки вызовов в ЧНН (ВСНА)	Число вызовов/час наибольшей нагрузки	От PSWAC	0,0073284 Эрланг/ЧНН	0,0463105 Эрланг/ЧНН
	Среднее количество попыток сделать вызов/установить сеанс связи к/от среднего пользователя во время часа наибольшей нагрузки		<b>На одного PPDR пользователя NB передачи речи</b>	<b>3,535</b>	<b>6,283</b>
	Эффективная длительность вызова Средняя длительность вызова/ сеанса связи во время часа наибольшей нагрузки	Секунд/вызов	<b>На одного PPDR пользователя NB передачи речи</b>	<b>7,88069024</b>	<b>26,53474455</b>
	Коэффициент активности Процент времени, в течение которого ресурс действительно используется во время разговора/сеанса связи.Packetные данные могут передаваться в импульсном режиме, когда ресурс используется только малый % времени активного сеанса связи. Если передается только речь, то ресурс не используется в паузах или в то время, когда абонент слушает собеседника	Диспетчерская передача речи – каждый разговор связывает обе стороны дуплексного канала	<b>На одного PPDR пользователя</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>B6</b>	Трафик/пользователь  Средний трафик в секундах вызова, создаваемый каждым пользователем в ЧНН	Секунды вызова на пользователя  = Число попыток в час наибольшей нагрузки × Длительность вызова × активность	<b>NB трафик/пользователь PPDR</b>	<b>27,9</b>	<b>166,7</b>



Методика для IMT-2000 (Рек. МСЭ-R M.1390)		Лондон TETRA Услуги узкополосной передачи речи			
<b>В7</b>	Доступный трафик, создаваемый всеми пользователями в соте в ЧНН (3600 с)	Эрланг  = Трафик/пользователь × Пользователь/сота/3600	<b>PPDR трафик NB передачи речи в соте</b>	<b>10,14</b>	<b>60,70</b>
<b>В8</b>	Установить параметры качества обслуживания (QoS)			<b>Линия вверх</b>	<b>Линия вниз</b>
	Размер группы  Количество сот в группе. Поскольку сотовая технология предоставляет некоторые средства "деления" трафика между соседними сотами, зависимость трафика от QoS рассматривается для группы сот	12 (только носимые) или 21 (носимые + мобильные)  Типовая группа сот – это 1 сота, окруженная 6-ю соседними сотами, т. е. размер группы = 7. Трафик/сота умножается на размер группы, и качество обслуживания (или функцию блокировки) применяется к группировке. Результат делится на размер группы для восстановления значения на соту.		<b>21</b>	<b>21</b>
	Трафик на группу	= Трафик/сота (Эрланг) × Размер группы	<b>Трафик группы PPDR NB передачи речи</b>	<b>213,00</b>	<b>1 274,70</b>
	Информационные каналы на группу Определить число каналов, требуемых для поддержания трафика каждой услуги, округление до ближайшего большего целого числа	= применить формулы качества обслуживания ко всей группе Сеть = Эрланг В с 1%-й блокировкой. Используется значение Эрланг = 1,5, предполагая, что диспетчерская передача речи распределяется между несколькими системами, имеющими не более 20 каналов на сайт		<b>1,50</b>	<b>1,50</b>
			<b>NB речевых информационных каналов PPDR на группу</b>	<b>319,50</b>	<b>1 912,05</b>

Методика для IMT-2000 (Рек. МСЭ-Р М.1390)		Лондон TETRA Услуги узкополосной передачи речи			
С	Технические и системные параметры		Линия вверх	Линия вниз	
C1	Информационные каналы на соту, необходимые для передачи нагрузки Реальное число "каналов", необходимое в каждой соте для предполагаемого объема трафика	= Информационные каналы на группу/Размер группы	<b>NB речевых информационных каналов PPDR на соту</b>	<b>15,21</b>	<b>91,05</b>
C2	Скорость передачи в информационном канале (кбит/с) Скорость передачи в информационном канале равна чистой скорости передачи пользователя + все увеличения скорости передачи из-за кодирования и/или сигнализации	= Чистая скорость для пользователя × Коэффициент служебной информации × Коэффициент кодирования Это при учете коэффициентов кодирования и служебной информации. Для коэффициента кодирования = 1, и коэффициента служебной информации = 1, = $B1 \times 1 \times 1$ = Чистая скорость для пользователя	9,6 кбит/с включает кодирование и служебную информацию <b>скорость передачи в NB речевом информационном канале</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
C3	Рассчитать трафик (Мбит/с) Суммарный трафик, который должен быть передан в рассматриваемой области. Он включает все факторы; трафик пользователя (длительность вызова, число попыток вызова в ЧНН, коэффициент активности, чистую скорость передачи в канале), условия, тип услуги, направление передачи (линия вверх/вниз), геометрию соты, качество обслуживания, эффективность трафика (рассчитанную для группы сот) и скорость передачи в информационном канале (включая коэффициенты кодирования и служебной информации)	= Информационные каналы/сота × Скорость передачи в информационном канале	<b>NB речевой трафик PPDR (Мбит/с)</b>	<b>0,137</b>	<b>0,819</b>
C4	Чистая пропускная способность системы Пропускная способность системы для конкретной технологии. Связана с эффективностью использования спектра. Требуется сложных расчетов или моделирования для определения чистой пропускной способности системы для конкретной технологии в конкретной конфигурации сети	Компромисс между чистой пропускной способностью системы и QoS. Может учитывать следующие факторы; эффективность использования спектра данной технологией, требования по $E_b/N_0$ , требования по C/I, частотно-территориальный план, коэффициенты кодирования/сигнализации технологии радиопередачи, условия эксплуатации, модель развертывания			

Методика для IMT-2000 (Рек. МСЭ-R M.1390)			Лондон TETRA Услуги узкополосной передачи речи		
<b>C5</b>	Рассчитать для модели GSM	Расчет для TETRA МДВР: ширина полосы канала = 25 кГц, размер группы = 21 (переносные + мобильные), 4 слота трафика на несущую, игнорируя каналы сигнализации, диапазон 400 МГц, FDD 2 × 3 МГц (120 РЧ каналов – 20 DMO каналов – 2 защитных канала на краю полосы), скорость передачи данных 7,2 кбит/с в каждом слоте трафика, коэффициент 1,25 для учета служебной информации и кодирования. Чистая пропускная способность системы TETRA МДВР = 56,0 кбит/с/МГц/сота	<b>TETRA</b>	<b>0,056</b>	<b>0,056</b>
<b>D</b>	Результаты расчета спектра			<b>Линия вверх</b>	<b>Линия вниз</b>
<b>D1–D4</b>	Рассчитать отдельные компоненты	Freq = Трафик/Чистая пропускная способность системы	<b>PPDR NB передача речи (МГц)</b>	<b>2,445</b>	<b>14,633</b>
<b>D5</b>	Весовой коэффициент для условий каждого типа (альфа)  Взвешивание для условий каждого типа относительно других условия – альфа может меняться от 0 до 1, в зависимости от не одновременности часов наибольшей нагрузки, в зависимости от часовых поясов	= Freq × альфа  Если часы наибольшей нагрузки для всех типов условий совпадают, и все три типа условий возникают в одной географической зоне, то альфа = 1	<b>Альфа = 1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
			<b>PPDR NB передача речи (МГц)</b>	<b>2,445</b>	<b>14,633</b>
<b>D6</b>	Поправочный коэффициент (бета)	Freq(итог) = бета × sum (альфа × Freq)			
	Поправки на внешние явления для всех условий – несколько операторов/пользователей (уменьшается спектральная эффективность транкинга), защитные полосы, совместное использование полосы с другими службами, модульность, технологии и т. п.	Для модели диспетчерской передачи речи, предполагаем наличие одной системы и что защитные полосы включены в C5, тогда бета = 1. При наличии нескольких систем, например одна – для полиции и одна – для пожарных/скорой помощи эффективность может снизиться; и бета может быть > 1	<b>Бета = 1</b>	<b>1</b>	
<b>D7</b>	Рассчитать суммарный спектр		<b>ВСЕГО для PPDR NB передачи речи (МГц)</b>	<b>17,078 МГц</b>	

**Добавление F**  
**Дополнения 1 к Приложению 4**

**Пример расчета суммарного спектра для узкополосных и широкополосных услуг**

**Узкополосная передача речи, сообщений и изображений, Лондон**

Категория PPDR пользователей	Пользователей в Лондоне	Степень проникновения		
		NB передача речи	NB передача сообщений	NB передача изображений
Полиция	25 498	1,00	0,5	0,25
Другие отряды полиции	6 010	0,10	0,05	0,025
Гражд. персонал полиции	13 987	0,10	0,05	0,025
Пожарные	7 081	0,70	0,35	0,175
Пожарные бригады неполной занятости	2 127	0,10	0,05	0,025
Гражд. персонал пожарных бригад	0	0,10	0,05	0,025
Скорая помощь	0	0,50	0,25	0,125
Гражд. персонал скорой помощи	0	0,10	0,05	0,025
Правительство	0	0,10	0,05	0,025
Другие PPDR пользователи	0	0,10	0,05	0,025
<b>Всего PPDR пользователей</b>	<b>54 703</b>	<b>32 667</b>	<b>16 334</b>	<b>8 167</b>
Спектр для каждого "типа условий" (МГц)		17,1	1,4	4,2
<b>Спектр для узкополосных услуг 22,7 МГц</b>				

<b>Другие параметры:</b>				
Условия	Город – пешеход и автомобиль			
Радиус соты (км)	5			
Изучаемая площадь (км <sup>2</sup> )	1 620			
Площадь соты (км <sup>2</sup> )	65	(рассчитывается)		
Число сот на изучаемой площади	25	(рассчитывается)		
Чистая скорость передачи пользователя	9 кбит/с (7,2 кбит/с на 1 слот + 1,8 кбит/с служебная информация канала) = 4,8 кбит/с передача речи, данных или изображений на 1 слот + 2,4 кбит/с FEC на 1 слот + 1,8 кбит/с служебные данные и сигнализация канала			
		NB передача речи	NB передача данных	NB передача изображений
		Линия вверх	Линия вверх	Линия вверх
Эрланг на ЧНН	(от PSWAC)	0,0077384	0,0030201	0,0268314
Попытки вызовов в ЧНН		3,54	5,18	3,00
Эффективная длительность вызова		7,88	2,10	32,20
Коэффициент активности		1	1	1
		Линия вниз	Линия вниз	Линия вниз
Эрланг на ЧНН	(от PSWAC)	0,0463105	0,0057000	0,0266667
Попытки вызовов в ЧНН		6,28	5,18	3,00
Эффективная длительность вызова		26,53	3,96	32,00
Коэффициент активности		1	1	1
Размер группы	21			
Качество обслуживания	1,50			
Чистая пропускная способность системы	0,0560	кбит/с/МГц/сота		
Коэффициент альфа	1			
Коэффициент бета	1			

## Узкополосная передача речи, сообщений и изображений, Нью-Йорк

Категория PPDR пользователей	Пользователей в Нью-Йорке	Степень проникновения		
		NB передача речи	NB передача сообщений	NB передача изображений
Полиция	39 286	0,70	0,35	0,175
Другие отряды полиции	0	0,10	0,05	0,025
Гражд. персонал полиции	8 408	0,10	0,05	0,025
Пожарные	11 653	0,70	0,35	0,175
Пожарные бригады неполной занятости	0	0,10	0,05	0,025
Гражд. персонал пожарных бригад	4 404	0,10	0,05	0,025
Скорая помощь	0	0,50	0,25	0,125
Гражд. персонал скорой помощи	0	0,10	0,05	0,025
Правительство	21 217	0,10	0,05	0,025
Другие PPDR пользователи	3 409	0,10	0,05	0,025
<b>Всего PPDR пользователей</b>	<b>8 8377</b>	<b>39 401</b>	<b>19 701</b>	<b>9 850</b>
Спектр для каждого "типа условий" (МГц)		51,8	4,2	20,0
<b>Спектр для узкополосных услуг 76,0 МГц</b>				

Другие параметры:				
Условия	Город – пешеход и автомобиль			
Радиус соты (км)	4			
Изучаемая площадь (км <sup>2</sup> )	800			
Площадь соты (км <sup>2</sup> )	41,6 (рассчитывается)			
Число сот на изучаемой площади	19 (рассчитывается)			
Чистая скорость передачи пользователя	9,6 кбит/с			
	= 4,8 кбит/с передача речи, данных или изображений			
	+ 2,4 кбит/с FEC			
	+ 2,4 кбит/с служебные данные и сигнализация			
		NB передача речи	NB передача данных	NB передача изображений
		Линия вверх	Линия вверх	Линия вверх
Эрланг на ЧНН	(от PSWAC)	0,0077384	0,0030201	0,0268314
Попытки вызова в ЧНН		3,54	5,18	3,00
Эффективная длительность вызова		7,88	2,10	32,20
Коэффициент активности		1	1	1
		Линия вниз	Линия вниз	Линия вниз
Эрланг на ЧНН	(от PSWAC)	0,0463105	0,0057000	0,0266667
Попытки вызова в ЧНН		6,28	5,18	3,00
Эффективная длительность вызова		26,53	3,96	32,00
Коэффициент активности		1	1	1
Размер группы	21			
Качество обслуживания	1,50			
Чистая пропускная способность системы	0,0308	кбит/с/МГц/сота		
Коэффициент альфа	1			
Коэффициент бета	1			

## Широкополосная передача данных и видео, Нью-Йорк

Категория PPDR пользователей	Пользователей в Нью-Йорке	Степень проникновения	
		WB передача данных	WB передача видео
Полиция	39 286	0,23	0,14
Другие отряды полиции	0	0,01	0,01
Гражд. персонал полиции	8 408	0,01	0,01
Пожарные	11 653	0,28	0,20
Пожарные бригады неполной занятости	0	0,01	0,01
Гражд. персонал пожарных бригад	4 404	0,01	0,01
Скорая помощь	0	0,31	0,17
Гражд. персонал скорой помощи	0	0,01	0,01
Правительство	21 217	0,01	0,03
Другие PPDR пользователи	3 409	0,01	0,01
<b>Всего PPDR пользователей</b>	<b>88 377</b>	<b>12 673</b>	<b>8 629</b>
Спектр для каждого "типа условий" (МГц)		18,3	19,5
<b>Спектр для широкополосных услуг 37,9 МГц</b>			

Другие параметры:			
Условия	Город – пешеход и автомобиль		
Радиус соты (км)	3,0		
Изучаемая площадь (км <sup>2</sup> )	800		
Площадь соты (км <sup>2</sup> )	23,4	(рассчитывается)	
Число сот на изучаемой площади	34	(рассчитывается)	
Чистая скорость передачи пользователя	Широкополосная передача видео (10 кадров/с) 220 кбит/с = 55 кбит/с видео и речь + 55 кбит/с FEC	Широкополосная передача данных 384 кбит/с = 144 кбит/с данные + 48 кбит/с FEC	Широкополосная передача данных + 192 кбит/с служ. информация
Эрланг на ЧНН	Линия вверх	Линия вверх	Линия вверх
Попытки вызовов в ЧНН	0,0250	(рассчитывается)	0,0008
Эффективная длительность вызова	3		3
Коэффициент активности	30 с		10
	1		1
Размер группы	12		
Коэффициент качества обслуживания	1,50		
Чистая пропускная способность системы	0,1067	кбит/с/МГц/сота	
Коэффициент альфа	1		
Коэффициент бета	1		

## Дополнение 2 к Приложению 4

### Расчет спектра для PPDR связи на основе общего анализа города (население)

#### 1 Подход "обычный город"

Вместо того, чтобы рассматривать конкретные города, в приведенном ниже анализе рассматривается несколько средних по размеру городов в различных странах. Этот анализ основан на средней плотности офицеров полиции относительно общей численности населения и отношения числа полицейских к числу другого персонала общественной безопасности. В результате этого анализа получен обобщенный пример взаимозависимости между различными категориями PPDR пользователей и плотностью населения. Этот подход позволяет получить оптимальные потребности в спектре на основе численности населения, то есть, объем потребностей в спектре основан на идеалистическом числе PPDR пользователей в городе, полученном из демографических данных о численности населения.

Плотность полиции и персонала PPDR взяты из государственных статистических данных и городских бюджетов США, Канады, Австралии и Англии. Статистические данные о полиции показывают, что средняя плотность в стране составляет от 180 до 250 офицеров полиции на 100 000 населения. Плотность полиции в городских районах меняется от значения, которое примерно на 25% выше, чем средняя плотность в стране для городов среднего размера, до значения, которое на 100% выше, чем средняя плотность населения в плотнозаселенных городах. Плотность в пригородах меняется от значения, которое примерно на 25% выше, чем средняя плотность в стране для пригородов со средней плотностью населения до значения, которое на 50% выше, чем средняя плотность в стране для плотно заселенных пригородов.

Уровни пользователей в группах пожарных и скорой помощи/спасателей определить было сложнее, поскольку данные об их численности часто представлены как общее целое. Информация использовалась для тех городов, где эти данные были представлены отдельно, и отношения к численности пользователей различных категорий PPDR определялись по отношению к плотности полицейских. Например, эти отношения для пожарных оказались в диапазоне от 3,5 до 4 офицеров полиции на одного пожарного (25–30%). Там, где спасателей/скорую помощь можно было отделить от пожарных, отношения для спасателей/скорой помощи оказались в диапазоне от 3,5 до 4 пожарных на одного спасателя/работника скорой помощи (25–30%).

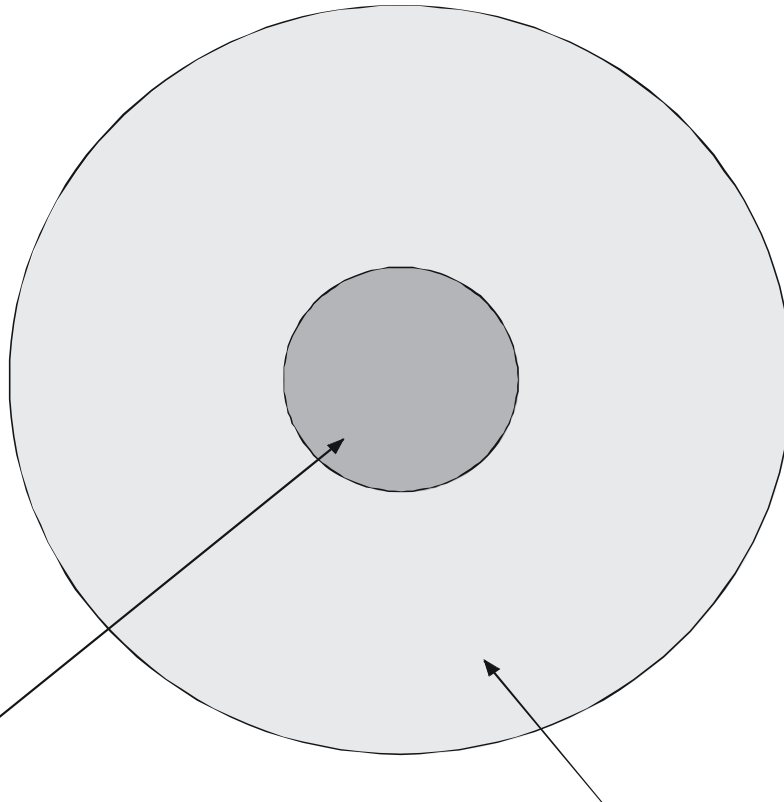
В приведенных далее обобщенных примерах и для простоты вычислений используется только два значения плотности 180 и 250 офицеров полиции на 100 000 человек. Также, для простоты анализа рассматривалось только два типа городов: город среднего размера (население 2,5 млн. чел.) и крупный город (население 8 млн. чел.). В результате, плотность PPDR персонала, возможно, недооценена в крупных мегаполисах, для которых имеются иные данные о плотности полицейских 400–500 полицейских на 100 000 человек.

Был проанализирован также и эффект "бублика", когда частоты, используемые в центре города, не могут использоваться повторно в пригородах, непосредственно прилегающих к городу. В документах, поступивших в МСЭ-R в течение исследовательского периода 2000–2003 гг., для многих городов и городские районы, и пригороды рассматриваются совместно, в едином расчете потребностей в спектре. Пришлось усреднить размер соты и уменьшить плотность PPDR пользователей. Возвращаясь назад, каждую область следовало рассматривать по отдельности, и затем сложить полученные потребности в спектре.

Было изучено множество городов. В большинстве из них имеются плотнозаселенные центральные районы. Кроме того, города окружают пригороды, где проживает примерно столько же человек, но на площади в 5–20 раз больше центральной части. В приведенных далее примерах использовано отношение площади пригородов к площади города 10:1. Предполагая, что радиусы сот в центре города составят 4–5 км, типовые размеры сот в пригородах должны быть примерно в 10 раз больше по площади, или ~3 раза больше по радиусу.

РИСУНОК 1

**Город**  
(Центральные районы и прилегающие пригороды)



**Центральные городские районы**

- Предполагаемая площадь 500–1500 км<sup>2</sup>
- Предполагаемое население 2–8 млн. чел.
- Предполагаемый радиус соты для узкополосных услуг 4–5 км

**Ближайшие пригороды**

- Предполагаемая площадь в 10 раз больше площади города
- Предполагаемое население примерно равно населению города
- Предполагаемый радиус соты для узкополосных услуг в 3 раза больше (площадь – в 10 раз больше) чем радиус соты в городе

**Многokратное использование частот**

- NB: малое число частот используется и в городе, и в пригороде, т. к. коэффициент повторного использования = 21
- WB: радиус соты меньше, коэффициент повторного использования меньше = 12
- Допустимо повторное назначение частот внутри пригородной зоны и незначительная возможность повторного назначения частот между городом и пригородом



## 2 Категории PPDR

Было определено три класса пользователей по степени проникновения, в которые вошли представители PPDR пользователей разных категорий:

Первичные пользователи (степень проникновения 30%) = РР пользователи, обычно находящиеся в данной географической области, и работающие ежедневно = местная полиция, пожарные, скорая помощь, спасатели.

Вторичные пользователи (степень проникновения 10%) = Другие отряды полиции (штата, района, провинции, федеральной, национальной, особого назначения, следственные), добровольные или занятые неполный день сотрудники полиции/пожарных бригад, правительственные чиновники, ведомства общественной безопасности, вооруженные силы/армия, подсобные рабочие, участники восстановительных работ.

Дополнительные пользователи (степень проникновения <10%) = гражданский персонал.

### Данные о степени проникновения и PPDR категориях, используемые для расчета потребностей в спектре

Узкополосные и широкополосные название и число ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ по КАТЕГОРИЯМ		Итого по службам	NB	NB	NB	WB	WB	
Категория пользователя	Пользователи		речь	сообщ.	статусн. сообщ.	данные	видео	
		Суммарная степень проникновения						
Первичные – Местная полиция	5 625		0,300	0,300	0,300	0,250	0,125	
Вторичные – Следствие, обеспечение правопорядка	563		0,100	0,100	0,100	0,010	0,010	
Вторичные – Отряды полиции	0		0,100	0,100	0,100	0,010	0,010	
Гражд. персонал полиции	1 125		0,100	0,000	0,000	0,010	0,010	
Первичные – Пожарные	1 631		0,300	0,300	0,300	0,250	0,125	
Гражданский персонал пожарных бригад	326		0,100	0,000	0,000	0,010	0,010	
Первичные – Спасатели/ скорая помощь	489		0,300	0,300	0,300	0,250	0,125	
Спасатели/Гражд. персонал скорой помощи	98		0,100	0,000	0,000	0,010	0,010	
Вторичные – Правительство и гражданские Ведомства	563		0,100	0,100	0,100	0,010	0,010	
Вторичные – Добровольцы и другие PPDR пользователи	281		0,100	0,100	0,100	0,010	0,010	
Для всех пользователей	10 701							

Первичные пользователи – это пользователи, которых должна обслуживать сеть связи системы общественной безопасности. Местная система должна быть спроектирована так, чтобы могла бы с приемлемым качеством обслуживания обработать трафик "среднего часа наибольшей нагрузки" + дополнительный трафик пиковых нагрузок.

Одно из предположений заключается в том, что у многих вторичных пользователей может быть своя собственная система связи, и нагрузка, добавляемая ими в местную систему общественной безопасности, служит для координации действий вторичных и первичных пользователей.

## Сценарий бедствия

Когда происходит бедствие, персонал из окружающих областей, национальное правительство и международные организации приходят на помощь местным ведомствам. Возникает потребность в работниках для борьбы с пожарами и спасения пострадавших. Позже прибывают поисковики и персонал по расчистке поврежденных областей.

Для оказания помощи при бедствиях были сделаны следующие предположения:

- *Гражданский персонал* (степень проникновения <10%): увеличения численности гражданского персонала полиции/пожарных/скорой помощи/ спасателей нет. Использование остается в рамках исходных проектных параметров системы (степень проникновения = 30%, коэффициент пиковой нагрузки 1,5 GoS).
- *Полиция*: увеличения численности местной полиции нет. Использование остается в рамках исходных проектных параметров системы (степень проникновения = 30%, коэффициент пиковой нагрузки 1,5 GoS).
- *Другие отряды полиции*: численность персонала отрядов полиции увеличивается на число, соответствующее 30% численности местной полиции, но на вторичном уровне использования (степень проникновения 10%). Это – служащие, прибывшие из других регионов для усиления местной полиции.
- *Следователи и служба охраны правопорядка*: численность удваивается, т. к. в район бедствия прибывают дополнительные сотрудники следственных органов.
- *Пожарные и скорая помощь/спасатели*: увеличение численности пользователей на 30%. Пользователи из соседних областей немедленно прибывают в район бедствия и работают в местной системе связи или разворачивают дополнительные системы связи. Потребность в связи очень велика. Работают на первичном уровне (степень проникновения 30%).
- *Пользователи вторичного уровня* (степень проникновения 10%): удваивается численность правительственных пользователей, добровольцев, пользователей гражданских ведомств, подсобных рабочих, и т. п. кому требуется связь с первичными пользователями или необходимо использовать для связи местную сеть.

## Где произошло бедствие?

Рассмотрим три сценария бедствия:

- 1 Нет бедствия = обычная ежедневная работа
- 2 Бедствие только в городских районах
- 3 Бедствие только в пригородах

## 3 Потребности в спектре

Рассчитать потребности в спектре для:

- Города для ежедневной работы
- Города в условиях бедствия
- Пригородов для ежедневной работы
- Пригородов в условиях бедствия
- Потребности в спектре трех сценариев бедствия

(Вместо анализа наихудшего случая):

Городские и пригородные системы, разработанные для обработки трафика в "средний час наибольшей нагрузки" + 1,5 коэффициент GoS на обработку нагрузки от обычных PPDR пользователей при бедствии. При бедствии предполагается, что в системе работают иные пользователи в дополнение к персоналу PPDR.

а) *Обычная ежедневная работа:*

Объем спектра, требуемого для NB приложений, равен сумме объемов спектра для города и пригородов. Предполагается, что спектр, используемый в городе, не может использоваться повторно в прилегающих пригородных областях, из-за больших размеров сот и большого коэффициента многократного использования частот.

Объем спектра, требуемого для WB приложений, равен сумме результатов расчета спектра для города и пригородов. Предполагается, что спектр, используемый в городе, может использоваться повторно в прилегающих пригородных областях, из-за меньших размеров сот и меньшего коэффициента многократного использования. Кроме того, поскольку городские районы расположены в центре области пригородов, имеется некоторое дополнительное географическое разнесение, которое позволит дополнительное повторное использование частот между участками пригорода.

б) *Работа при оказании помощи при бедствиях в городе:*

Объем спектра, требуемого для NB приложений, равен сумме объемов спектра для города в условиях бедствия и пригородов в условиях обычной ежедневной работы.

Объем спектра, требуемого для WB приложений, равен сумме объемов спектра для города в условиях бедствия и половине результата расчета для пригородов в условиях обычной ежедневной работы.

в) *Работа при оказании помощи при бедствиях в пригородах:*

Объем спектра, требуемого для NB приложений, равен сумме объемов спектра для города в условиях обычной ежедневной работы и пригородов в условиях бедствия.

Объем спектра, требуемого для WB приложений, равен сумме объемов спектра для города в условиях обычной ежедневной работы и половине результата расчета для пригородов в условиях бедствия.

## Город среднего размера

Потребности в спектре рассчитываются с использованием расчетной таблицы PPDR.

<b>Район среднего города</b> (городское население $\cong$ 2,5 млн. и площадь $\cong$ 600 км <sup>2</sup> ) (население пригородов $\cong$ 2,5 млн. и площадь $\cong$ 6000 км <sup>2</sup> )					
Средняя плотность персонала PPDR (180 полицейских на 100 000 человек)			Высокая плотность персонала PPDR (250 полицейских на 100 000 человек )		
<b>Город</b>			<b>Город</b>		
NB услуги ежедневно	15,5	МГц	NB услуги ежедневно	21,5	МГц
WB услуги ежедневно	16,2	МГц	WB услуги ежедневно	22,6	МГц
NB услуги в случае бедствия	18,4	МГц	NB услуги в случае бедствия	25,6	МГц
WB услуги в случае бедствия	17,8	МГц	WB услуги в случае бедствия	24,7	МГц
<b>Пригороды</b>			<b>Пригороды</b>		
NB услуги ежедневно	12,9	МГц	NB услуги ежедневно	17,9	МГц
WB услуги ежедневно	13,5	МГц	WB услуги ежедневно	18,8	МГц
NB услуги в случае бедствия	15,4	МГц	NB услуги в случае бедствия	21,4	МГц
WB услуги в случае бедствия	14,8	МГц	WB услуги в случае бедствия	20,6	МГц
<b>Обычный режим работы</b>			<b>Обычный режим работы</b>		
NB (городские районы + пригороды)	28,40	МГц	NB	39,40	МГц
WB (городские районы + 1/2 пригороды)	22,95	МГц	WB	32,00	МГц
	51,35	МГц		71,40	МГц
<b>Пригороды в случае бедствия</b>			<b>Пригороды в случае бедствия</b>		
NB	30,90	МГц	NB	42,90	МГц
WB	23,60	МГц	WB	32,90	МГц
	54,50	МГц		75,80	МГц
<b>Город в случае бедствия</b>			<b>Город в случае бедствия</b>		
NB	31,30	МГц	NB	43,50	МГц
WB	24,55	МГц	WB	34,10	МГц
	55,85	МГц		77,60	МГц

В левом столбце показан объем спектра, рассчитанный для средней плотности PPDR пользователей, а в правом столбце показан объем спектра, рассчитанный для более высокой плотности PPDR пользователей.

В верхней половине таблицы показаны отдельные расчеты спектра для NB и WB приложений для обычной "ежедневной" работы и в случае бедствия.

Суммарная потребность в спектре равна сумме результатов расчета для городских районов и пригородов. Для узкополосных приложений предполагается, что частоты в этих двух областях не повторяются, поэтому результат равен сумме потребностей в спектре для NB приложений в городе и для NB приложений в пригородах. Для широкополосных приложений предполагается, что некоторые частоты могут повторяться, следовательно, результат равен сумме потребностей в спектре для широкополосных приложений в городе и половины потребностей в спектре для широкополосных приложений в пригородах.

В нижней половине таблицы показан спектр, рассчитанный для бедствия либо в городе, либо в пригороде, где значительно возрастает число пользователей (до 30% для первичных пользователей).

Для обычной ежедневной работы в этом обобщенном городе средних размеров требуется от 51 МГц до 71 МГц спектра, в зависимости от того, в какой части страны расположен город – со средней или высокой плотностью PPDR персонала.

Если описанный выше сценарий бедствия развертывается в пригородной области, то потребности в NB/WB спектре возрастают примерно на 6%. Если бедствие происходит в городе, то потребности в NB/WB спектре возрастают примерно на 9%.

Для восстановительных работ в таком обобщенном городе средних размеров требуется от 55 МГц до 78 МГц спектра, в зависимости от того, в какой части страны расположен город – со средней или высокой плотностью PPDR персонала.

Требуется добавить также потребность в спектре для сверхширокополосных услуг. Поскольку сверхширокополосные услуги предоставляются в сотах малого радиуса (хот-спотах), частоты для сверхширокополосных услуг в городах и пригородных областях могут повторяться. В документах, поступивших в МСЭ-R в течение исследовательского периода 2000–2003 гг., показано, что потребности в спектре для сверхширокополосных услуг должны лежать в диапазоне 50–75 МГц.

Следовательно, для обобщенного города средних размеров, суммарная потребность в спектре для работы в вышеописанном сценарии бедствия оказывается в пределах 105–153 МГц.

В двух последующих таблицах показано распределение PPDR пользователей и узкополосных и широкополосных приложений в городе средних размеров.

## Город средних размеров – расчет для 180 офицеров полиции на 100 000 человек населения

Потребности в спектре – Расчет для обобщенного города			Новый формат		Июль 2002 г.			
Исследуемый город		Город средних размеров			Исходные данные			
Городское население	2 500 000	Человек	1,0	Соотношение численности населения пригороды/город				
Население пригородов	2 500 000	Человек		Соотношение должно быть порядка 1,0 ( $\approx 0,5 \times 1,5 \times$ городское население)				
Площадь городского центра	600	км <sup>2</sup>	10,0	Соотношение площади пригороды/город				
Площадь пригородов	6 000	км <sup>2</sup>		Соотношение должно быть порядка 10,0 ( $\approx 5 \times 15 \times$ площадь города)				
Плотность городского населения	4 167	Человек/км <sup>2</sup>						
Плотность населения пригородов	417	Человек/км <sup>2</sup>						
"Большой" или "средний" город	MED	Если плотность городского населения > 5000 человек/км <sup>2</sup> , то это – большой город, ИЛИ если население города > 3 000 000 чел., то это – большой город, в противном случае – это средний город.						
Плотность пользователей полиции (в среднем по стране)	180,0	Полицейских на 100 000 человек						
КАТЕГОРИЯ и число ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ в категории	Город – обычная работа		Город – бедствие		Пригороды – обычная работа		Пригороды – бедствие	
	Население		Население		Население		Население	
Первичные – Местная полиция	6 750		6 750		5 625		5 625	
Вторичные – Охрана порядка/Следователи	675		1 350		563		1 125	
Вторичные – Отряды полиции	0		2 025		0		1 688	
Гражд. персонал полиции	1 350		1 350		1 125		1 125	
Первичные – Пожарные	1 958		2 545		1 631		2 121	
Гражд. персонал пожарных	392		392		326		326	
Первичные – Спасатели/ Скорая помощь	587		763		489		636	
Спасатели/Гражд. персонал скорой помощи	117		117		98		98	
Вторичные – Правительственные и гражданские ведомства	675		1 350		563		1 125	
Вторичные – Добровольцы и другие PPDR пользователи	338		675		281		563	
Всего	12 841		17 317		10 701		14 431	
Узкополосные	Город – обычная работа		Город – бедствие		Пригороды – обычная работа		Пригороды – бедствие	
	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)
NB Передача речи	3 143	13,8	3 743	16,4	2 619	11,5	3 119	13,7
NB Передача сообщений	2 957	1,6	3 557	1,9	2 464	1,3	2 965	1,6
NB Статусные сообщения	2 957	0,1	3 557	0,1	2 464	0,1	2 965	0,1
Суммарный требуемый спектр для NB (МГц)		15,5		18,4		12,9		15,4
Обычная работа NB	28,4 МГц	15,5	<	<	<	12,9		
Город – бедствие NB	31,3 МГц	<	<	18,4	<	12,9		
Пригород – бедствие NB	30,9 МГц	15,5	<	<	<	<	<	15,4
Большая из двух цифр NB для бедствия	31,3 МГц							

**Город средних размеров – расчет для 180 офицеров полиции на 100 000 человек населения**  
(окончание)

Широкополосные	Город – обычная работа		Город – бедствие		Пригороды – обычная работа		Пригороды – бедствие	
	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)
WB Передача данных	2 359	15,7	2 587	17,2	1 966	13,1	2 156	14,3
WB Передача видео	1 197	0,5	1 330	0,6	998	0,4	1 108	0,5
Суммарный требуемый спектр для WB (МГц)		<b>16,2</b>		<b>17,8</b>		<b>13,5</b>		<b>14,8</b>
					× 1/2			× 1/2
Обычная работа WB	23,0 МГц	16,2	<	<	<	6,8		
Город – бедствие WB	24,6 МГц	<	<	17,8	<	6,8		
Пригород – бедствие WB	23,6 МГц	16,2	<	<	<	<	<	7,4
Большая из двух цифр для бедствия (WB)	24,6 МГц							
<b>Общие потребности в спектре</b>	NB		WB		Всего			
Обычная работа	28,4	+	23,0	=	51,4	МГц		
Пригород бедствие	30,9	+	23,6	=	54,5	МГц		
Город бедствие	31,3	+	24,6	=	55,9	МГц		

## Город средних размеров – расчет для 250 офицеров полиции на 100 000 человек населения

Потребности в спектре – Расчет для обобщенного города			Новый формат	Июль 2002 г.
Исследуемый город	Город средних размеров		Исходные данные	
Городское население	2 500 000	Человек	1,0	Соотношение численности населения пригороды/город
Население пригородов	2 500 000	Человек		Соотношение должно быть порядка 1,0 (В районе 0,5 × 1,5 × городское население)
Площадь городского центра	600	км <sup>2</sup>	10,0	Соотношение площади пригороды/город
Площадь пригородов	6 000	км <sup>2</sup>		Соотношение должно быть порядка 10,0 (В районе 5 × 15 × площадь города)
Плотность городского населения	4 167	Человек/км <sup>2</sup>		
Плотность населения пригородов	417	Человек/км <sup>2</sup>		
"Большой" или "средний" город	MED	Если плотность городского населения > 5000 человек/км <sup>2</sup> , то это – большой город, ИЛИ если население города > 3 000 000 чел., то это – большой город, в противном случае – это средний город.		
Плотность пользователей полиции (в среднем по стране)	250,0	Полицейских на 100 000 человек		
КАТЕГОРИЯ и число ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ в категории	Город – обычная работа	Город – бедствие	Пригороды – обычная работа	Пригороды – бедствие
	Население	Население	Население	Население
Первичные – Местная полиция	9 375	9 375	7 813	7 813
Вторичные – Охрана порядка/Следователи	938	1 875	781	1 563
Вторичные – Отряды полиции	0	2 813	0	2 344
Гражд. персонал полиции	1 875	1 875	1 563	1 563
Первичные – Пожарные	2 719	3 534	2 266	2 945
Гражд. персонал пожарных бригад	544	544	453	453
Первичные – Спасатели/Скорая помощь	816	1 060	680	884
Спасатели/Гражд. персонал скорой помощи	163	163	136	136
Вторичные – Правительственные и гражданские ведомства	938	1 875	781	1 563
Вторичные – Добровольцы и другие PPDR пользователи	469	938	391	781
Всего	17 835	24 052	14 863	20 043



**Город средних размеров – расчет для 250 офицеров полиции на 100 000 человек населения**  
(окончание)

Узкополосные	Город – обычная работа		Город – бедствие		Пригороды – обычная работа		Пригороды – бедствие	
	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)
NB Передача речи	4 365	19,2	5 199	22,8	3 638	16,0	4 333	19,1
NB Передача сообщений	4 107	2,2	4 941	2,7	3 423	1,9	4 117	2,2
NB Статусные сообщения	4 107	0,1	4 941	0,1	3 423	0,1	4 117	0,1
Суммарный требуемый спектр для NB (МГц)		<b>21,5</b>		<b>25,6</b>		<b>17,9</b>		<b>21,4</b>
Обычная работа NB	39,4 МГц	21,5	<	<	<	17,9		
Город – бедствие NB	43,5 МГц	<	<	25,6	<	17,9		
Пригород – бедствие NB	42,8 МГц	21,5	<	<	<	<	<	21,4
Большая из двух цифр для бедствия (NB)	43,5 МГц							
Широкополосные	Город – обычная работа		Город – бедствие		Пригороды – обычная работа		Пригороды – бедствие	
	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)
WB Передача данных	3 277	21,8	3 593	23,9	2 731	18,2	2 994	19,9
WB Передача видео	1 663	0,7	1 847	0,8	1 386	0,6	1 539	0,7
Суммарный требуемый спектр для WB (МГц)		<b>22,5</b>		<b>24,7</b>		<b>18,8</b>		<b>20,6</b>
					× 1/2			× 1/2
Обычная работа WB	31,9 МГц	22,5	<	<	<	9,4		
Город – бедствие WB	34,1 МГц	<	<	24,7	<	9,4		
Пригород – бедствие WB	32,8 МГц	22,5	<	<	<	<	<	10,3
Большая из двух цифр для бедствия (WB)	34,1 МГц							
<b>Общие потребности в спектре</b>	NB		WB		Всего			
Обычная работа	39,4	+	31,9	=	71,3	МГц		
Пригород – бедствие	42,8	+	32,8	=	75,7	МГц		
Город – бедствие	43,5	+	34,1	=	77,6	МГц		

## Крупный город с пригородами

Потребности в спектре, рассчитанные с использованием расчетной таблицы PPDR.

<b>Крупный город с пригородами</b> (Городское население $\cong$ 8,0 млн. и площадь $\cong$ 800 км <sup>2</sup> ) (Население пригородов $\cong$ 8,0 млн. и площадь $\cong$ 8000 км <sup>2</sup> )					
Средняя плотность PPDR персонала (180 полицейских на 100 000 человек)			Высокая плотность PPDR персонала (250 полицейских на 100 000 человек)		
<b>Город</b>			<b>Город</b>		
NB услуги ежедневно	23,7	МГц	NB услуги ежедневно	33,0	МГц
WB услуги ежедневно	24,9	МГц	WB услуги ежедневно	34,6	МГц
NB услуги при бедствии	28,3	МГц	NB услуги при бедствии	39,3	МГц
WB услуги при бедствии	27,4	МГц	WB услуги при бедствии	38,0	МГц
<b>Пригороды</b>			<b>Пригороды</b>		
NB услуги ежедневно	19,8	МГц	NB услуги ежедневно	27,4	МГц
WB услуги ежедневно	20,7	МГц	WB услуги ежедневно	28,7	МГц
NB услуги при бедствии	23,6	МГц	NB услуги при бедствии	32,7	МГц
WB услуги при бедствии	22,7	МГц	WB услуги при бедствии	31,5	МГц
<b>Обычный режим работы</b>			<b>Обычный режим работы</b>		
NB (городские районы пригороды)			NB	60,40	МГц
WB (городские районы 1/2 пригороды)	43,50	МГц	WB	48,95	МГц
	35,25	МГц			
	78,75	МГц		109,35	МГц
<b>Пригороды – бедствие</b>			<b>Пригороды – бедствие</b>		
NB	47,30	МГц	NB	65,70	МГц
WB	36,25	МГц	WB	50,35	МГц
	83,55	МГц		116,05	МГц
<b>Город – бедствие</b>			<b>Город – бедствие</b>		
NB	48,10	МГц	NB	66,70	МГц
WB	37,75	МГц	WB	52,35	МГц
	85,85	МГц		119,05	МГц

В левом столбце показан объем спектра, рассчитанный для средней плотности PPDR пользователей, а в правом столбце показан объем спектра, рассчитанный для более высокой плотности PPDR пользователей.

В верхней половине таблицы показаны отдельные расчеты спектра для NB и WB приложений для обычной "ежедневной" работы и для чрезвычайной ситуации в данной местности.

Суммарная потребность в спектре равна сумме результатов расчета для городских районов и пригородов. Для узкополосных приложений предполагается, что частоты в этих двух областях не повторяются, поэтому результат равен сумме потребностей в спектре для NB приложений в городе и для NB приложений в пригородах. Для широкополосных приложений предполагается, что некоторые частоты могут повторяться, следовательно, результат равен сумме потребностей в спектре для широкополосных приложений в городе и половины потребностей в спектре для широкополосных приложений в пригородах.

В нижней половине таблицы показан спектр, рассчитанный для бедствия либо в городе, либо в пригороде, где значительно возрастает число пользователей (до 30% для первичных пользователей).

Для обычной ежедневной работы в этом обобщенном городе средних размеров требуется от 79 МГц до 109 МГц спектра, в зависимости от того, в какой части страны расположен город – со средней или высокой плотностью PPDR персонала.

Если описанный выше сценарий бедствия развертывается в пригородной области, то потребности в NB/WB спектре возрастают примерно на 6%. Если бедствие случается в городе, то потребности в NB/WB спектре возрастают примерно на 9%.

Для восстановительных работ в таком обобщенном городе средних размеров требуется от 84 МГц до 119 МГц спектра, в зависимости от того, в какой части страны расположен город – со средней или высокой плотностью PPDR персонала.

Требуется добавить также потребность в спектре для сверхширокополосных услуг. Поскольку сверхширокополосные услуги предоставляются в сотах малого радиуса (хот-спотах), частоты для сверхширокополосных услуг в городах и пригородных областях могут повторяться. В документах, поступивших в МСЭ-R в течение исследовательского периода 2000–2003 гг., показано, что потребности в спектре для сверхширокополосных услуг должны лежать в диапазоне 50–75 МГц.

Следовательно, для обобщенного города средних размеров, суммарная потребность в спектре для работы в вышеописанном сценарии бедствия оказывается в пределах 134–194 МГц.

В двух последующих таблицах показано распределение PPDR пользователей и узкополосных и широкополосных приложений в крупном столичном городе с пригородами.

**Крупный город с пригородами – расчет для 180 офицеров полиции  
на 100 000 человек населения**

Потребности в спектре – Расчет для обобщенного города			Новый формат	Июль 2002 г.
Исследуемый город	Крупный город с пригородами		Исходные данные	
Городское население	8 000 000	Человек	1,0	Соотношение численности населения пригороды/город
Население пригородов	8 000 000	Человек		Соотношение должно быть порядка 1,0 (В районе 0,5 × 1,5 × городское население)
Площадь городского центра	800	км <sup>2</sup>	10,0	Соотношение площади пригороды/город
Площадь пригородов	8 000	км <sup>2</sup>		Соотношение должно быть порядка 10,0 (В районе 5 × 15 × площадь города)
Плотность городского населения	10 000	Человек/км <sup>2</sup>		
Плотность населения пригородов	1 000	Человек/км <sup>2</sup>		
"Большой" или "средний" город	LAR	Если плотность городского населения > 5000 человек/км <sup>2</sup> , то это – большой город, ИЛИ если население города > 3 000 000 чел., то это – большой город, в противном случае – это средний город.		
Плотность пользователей полиции (в среднем по стране)	180,0	Полицейских на 100 000 человек		
КАТЕГОРИЯ и число ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ в категории	Город – обычная работа	Город – бедствие	Пригороды – обычная работа	Пригороды – бедствие
	Население	Население	Население	Население
Первичные – Местная полиция	21 600	21 600	18 000	18 000
Вторичные – Охрана порядка/Следователи	2 160	4 320	1 800	3 600
Вторичные – Отряды полиции	0	6 480	0	5 400
Гражд. персонал полиции	4 320	4 320	3 600	3 600
Первичные – Пожарные	6 264	8 143	5 220	6 786
Гражд. персонал пожарных	1 253	1 253	1 044	1 044
Первичные – Спасатели/Скорая помощь	1 879	2 443	1 566	2 036
Спасатели/Гражд. персонал скорой помощи	376	376	313	313
Вторичные – Правительственные и гражданские ведомства	2 160	4 320	1 800	3 600
Вторичные – Добровольцы и другие PPDR пользователи	1 080	2 160	900	1 800
Всего	41 092	55 415	34 243	46 179

**Крупный город с пригородами – расчет для 180 офицеров полиции  
на 100 000 человек населения (окончание)**

Узкополосные	Город – обычная работа		Город – бедствие		Пригороды – обычная работа		Пригороды – бедствие	
	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)
NB Передача речи	10 058	21,2	11 979	25,2	8 382	17,6	9 982	21,0
NB Передача сообщений	9 463	2,5	11 384	3,0	7 886	2,0	9 487	2,5
NB Статусные сообщения	9 463	0,1	11 384	0,1	7 886	0,1	9 487	0,1
Суммарный требуемый спектр для NB (МГц)		<b>23,7</b>		<b>28,3</b>		<b>19,8</b>		<b>23,6</b>
Обычная работа NB 43,5 МГц								
Обычная работа NB	43,5 МГц	23,7	<	<	<	19,8		
Город – бедствие NB 48,1 МГц								
Город – бедствие NB	48,1 МГц	<	<	28,3	<	19,8		
Пригород – бедствие NB 47,3 МГц								
Пригород – бедствие NB	47,3 МГц	23,7	<	<	<	<	<	23,6
Большая из двух цифр для бедствия (NB) 48,1 МГц								
Широкополосные	Город – обычная работа		Город – бедствие		Пригороды – обычная работа		Пригороды – бедствие	
	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)
WB Передача данных	7 549	24,1	8 279	26,4	6 291	20,0	6 899	22,0
WB Передача видео	3 831	0,8	4 256	0,9	3 193	0,7	3 546	0,8
Суммарный требуемый спектр для WB (МГц)		<b>24,9</b>		<b>27,4</b>		<b>20,7</b>		<b>22,7</b>
× 1/2								
Обычная работа WB 35,3 МГц								
Обычная работа WB	35,3 МГц	24,9	<	<	<	10,3		
Город – бедствие WB 37,7 МГц								
Город – бедствие WB	37,7 МГц	<	<	27,4	<	10,3		
Пригород – бедствие WB 36,3 МГц								
Пригород – бедствие WB	36,3 МГц	24,9	<	<	<	<	<	11,4
Большая из двух цифр для бедствия (WB) 37,7 МГц								
<b>Общие потребности в спектре</b>	NB		WB		Всего			
Обычная работа	43,5	+	35,3	=	78,8	МГц		
Пригород – бедствие	47,3	+	36,3	=	83,6	МГц		
Город – бедствие	48,1	+	37,7	=	85,8	МГц		

## Крупный город с пригородами расчет для 250 офицеров полиции на 100 000 человек населения

Потребности в спектре – Расчет для обобщенного города			Новый формат		Июль 2002 г.			
Исследуемый город	Город средних размеров			Исходные данные				
Городское население	8 000 000	Человек	1,0	Соотношение численности населения пригороды/город				
Население пригородов	2 000 000	Человек		Соотношение должно быть порядка 1,0 (В районе 0,5 × 1,5 × городское население)				
Площадь городского центра	800	км <sup>2</sup>	10,0	Соотношение площади пригороды/город				
Площадь пригородов	8 000	км <sup>2</sup>		Соотношение должно быть порядка 10,0 (В районе 5 × 15 × площадь города)				
Плотность городского населения	10 000	Человек/км <sup>2</sup>						
Плотность населения пригородов	1 000	Человек/км <sup>2</sup>						
"Большой" или "средний" город	LAR	Если плотность городского населения > 5000 человек/км <sup>2</sup> , то это – большой город, ИЛИ если население города > 3 000 000 чел., то это – большой город, в противном случае – это средний город.						
Плотность пользователей полиции (в среднем по стране)	250,0	Полицейских на 100 000 человек						
КАТЕГОРИЯ и число ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ в категории	Город – обычная работа		Город – бедствие		Пригороды – обычная работа		Пригороды – бедствие	
	Население		Население		Население		Население	
Первичные – Местная полиция	30 000		30 000		25 000		25 000	
Вторичные – Охрана порядка/Следователи	3 000		6 000		2 500		5 000	
Вторичные – Отряды полиции	0		9 000		0		7 500	
Гражд. персонал полиции	6 000		6 000		5 000		5 000	
Первичные – Пожарные	8 700		11 310		7 250		9 425	
Гражд. персонал пожарных	1 740		1 740		1 450		1 450	
Первичные – Спасатели/ Скорая помощь	2 610		3 393		2 175		2 828	
Спасатели/Гражд. персонал скорой помощи	522		522		435		435	
Вторичные – Правительственные и гражданские ведомства	3 000		6 000		2 500		5 000	
Вторичные – Добровольцы и другие PPDR пользователи	1 500		3 000		1 250		2 500	
Всего	57 072		76 965		47 560		64 138	
Узкополосные	Город – обычная работа		Город – бедствие		Пригороды – обычная работа		Пригороды – бедствие	
	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)
NB Передача речи	13 969	29,4	16 637	35,1	11 641	24,5	13 864	29,2
NB Передача сообщений	13 143	3,4	15 811	4,1	10 953	2,8	13 176	3,4
NB Статусные сообщения	13 143	0,1	15 811	0,2	10 953	0,1	13 176	0,1
Суммарный требуемый спектр для NB (МГц)		33,0		39,3		27,4		32,7

**Крупный город с пригородами расчет для 250 офицеров полиции  
на 100 000 человек населения (окончание)**

Узкополосные	Город – обычная работа		Город – бедствие		Пригороды – обычная работа		Пригороды – бедствие	
	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)
Обычная работа NB	60,4 МГц	33,0	<	<	<	27,4		
Город – бедствие NB	66,8 МГц	<	<	39,3	<	27,4		
Пригород – бедствие NB	65,7 МГц	33,0	<	<	<	<	<	32,7
Большая из двух цифр для бедствия (NB)	66,8 МГц							
Широкополосные	Город – обычная работа		Город – бедствие		Пригороды – обычная работа		Пригороды – бедствие	
	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)	Польз. в ЧНН	Требуемый спектр (МГц)
WB Передача данных	10 485	33,5	11 498	36,7	8 738	27,8	9 582	30,5
WB Передача видео	5 321	1,1	5 910	1,3	4 434	0,9	4 925	1,0
Суммарный требуемый спектр для WB (МГц)		<b>34,6</b>		<b>38,0</b>		<b>28,7</b>		<b>31,5</b>
					× 1/2		× 1/2	
Обычная работа WB	49,0 МГц	34,6	<	<	<	14,4		
Город – бедствие WB	52,4 МГц	<	<	38,0	<	14,4		
Пригород – бедствие WB	50,4 МГц	34,6	<	<	<	<	<	15,8
Большая из двух цифр для бедствия (WB)	52,4 МГц							
<b>Общие потребности в спектре</b>	NB		WB		Всего			
Обычная работа	60,4	+	49,0	=	109,4	МГц		
Пригород бедствие	65,7	+	50,4	=	116,1	МГц		
Город бедствие	66,8	+	52,4	=	119,1	МГц		

### Анализ плотности PPDR персонала

- Плотность офицеров полиции в среднем по стране составляет от 180 до 250 полицейских на 100 000 человек населения.
- В пригородах численность PPDR персонала в среднем по стране превышает численность офицеров полиции в 1,25 раза.
- В городах численность персонала PPDR персонала в среднем по стране превышает численность офицеров полиции в 1,5 раза.
- Оценки плотности персонала PPDR, занятого ежедневной работой:
  - Местная полиция – соответствует данным в среднем по стране
  - Охрана порядка/следователи – 10% от плотности полиции
  - Вторичные полиция (прибывающие из других регионов) – нет
  - Гражданский персонал полиции – 20% от плотности офицеров полиции
  - Пожарные – 29% от плотности полиции (~3,5 полицейских на 1 пожарного)
  - Гражданский персонал пожарных бригад – 20% от плотности пожарных

- Спасатели/Скорая помощь – 30% от плотности пожарных (~11,7 полицейских на 1 сотрудника скорой помощи)
- Гражданский персонал скорой помощи – 20% от плотности спасателей/скорой помощи
- Правительственные чиновники – 10% от плотности полиции
- Другие PPDR пользователи и добровольцы – 5% от плотности полиции
- Изменение численности персонала PPDR во время бедствия:
  - Местная полиция – численность остается той же
  - Охрана порядка/следователи – численность удваивается
  - Вторичные полиция (прибывающие из других регионов)
  - Дополнительная численность примерно 30% от численности местной полиции
  - Гражданский персонал полиции – численность остается той же
  - Пожарные (прибывающие из других регионов) – численность пожарных увеличивается на 30%
  - Гражданский персонал пожарных бригад – численность остается той же
  - Спасатели/скорая помощь (из других регионов) – численность спасателей/скорой помощи пожарных увеличивается на 30%
  - Гражданский персонал скорой помощи – численность остается той же
  - Правительство – численность удваивается
  - Другие PPDR пользователи и добровольцы – численность удваивается

#### Итоговые формулы для расчета плотности пользователей

Категория PPDR пользователей	Плотность PPDR пользователей	Пригороды – обычная работа	Изменения при бедствии	Пригороды – бедствие
Первичные – Местная полиция	Для пригородов используется цифра в 1,25 раз выше плотности полиции в среднем по стране	$D(\text{sub}) = \text{Плотность полиции} \times 1,25 \times \text{население}/100\,000$	Не меняется	$D(\text{sub})$
Вторичные – Охрана порядка/следователи	10% от плотности полиции	$0,10 \times D(\text{sub})$	Удваивается	$2,0 \times (0,10 \times D(\text{sub}))$
Вторичные – Отряды полиции	0	$0,0 \times D(\text{sub})$	30% от плотности полиции	$0,3 \times D(\text{sub})$
Гражданский персонал полиции	20% от плотности полиции	$0,2 \times D(\text{sub})$	Не меняется	$0,2 \times D(\text{sub})$
Первичные – Пожарные	29% от плотности полиции	$0,29 \times D(\text{sub})$	Увеличение на 29%	$1,3 \times 0,29 \times D(\text{sub})$
Гражданский персонал пожарных бригад	20% от плотности пожарных	$0,2 \times (0,29 \times D(\text{sub}))$	Не меняется	$0,2 \times 0,29 \times D(\text{sub})$
Первичные – Спасатели/Скорая помощь	30% от плотности пожарных	$0,3 \times (0,29 \times D(\text{sub}))$	Увеличение на 30%	$1,3 \times 0,29 \times 0,5 \times D(\text{sub})$
Спасатели/Гражданский персонал скорой помощи	20% от плотности скорой помощи	$0,2 \times (0,3 \times (0,29 \times D(\text{sub})))$	Не меняется	$0,2 \times 0,3 \times 0,29 \times D(\text{sub})$
Вторичные – Правительственные и гражданские ведомства	10% от плотности полиции	$0,10 \times D(\text{sub})$	Удваивается	$2,0 \times 0,10 \times D(\text{sub})$
Вторичные – Добровольцы и другие PPDR пользователи	5% от плотности полиции	$0,05 \times D(\text{sub})$	Удваивается	$2,0 \times 0,05 \times D(\text{sub})$



## Итоговые формулы для расчета плотности пользователей (окончание)

Категория PPDR пользователей	Плотность PPDR пользователей	Город – обычная работа	Изменения при бедствии	Город – бедствие
Первичные – Местная полиция	Для городов в 1,5 раза выше плотности полиции в среднем по стране	$D(urb) = \text{Плотность полиции} \times 1,50 \times \text{население}/100\,000$	Не меняется	$D(urb)$
Вторичные – Охрана порядка/Следователи	10% от плотности полиции	$0,10 D(urb)$	Удваивается	$2,0 \times (0,10 \times D(urb))$
Вторичные – Отряды полиции	0	$0,0 \times D(urb)$	30% от плотности полиции	$0,3 \times D(urb)$
Гражданский персонал полиции	20% от плотности полиции	$0,2 \times D(urb)$	Не меняется	$0,2 \times D(urb)$
Первичные – Пожарные	29% от плотности полиции	$0,29 \times D(urb)$	Увеличение на 29%	$1,3 \times 0,29 \times D(urb)$
Гражданский персонал пожарных бригад	20% от плотности пожарных	$0,2 \times (0,29 \times D(urb))$	Не меняется	$0,2 \times 0,29 \times D(urb)$
Первичные – Спасатели/Скорая помощь	30% от плотности пожарных	$0,3 \times (0,29 \times D(urb))$	Увеличение на 30%	$1,3 \times 0,29 \times 0,5 \times D(urb)$
Спасатели/Гражданский персонал скорой помощи	20% от плотности скорой помощи	$0,2 \times (0,3 \times (0,29 \times D(urb)))$	Не меняется	$0,2 \times 0,3 \times 0,29 \times D(urb)$
Вторичные – Правительственные и гражданские ведомства	10% от плотности полиции	$0,10 \times D(urb)$	Удваивается	$2,0 \times 0,10 \times D(urb)$
Вторичные – Добровольцы и другие PPDR пользователи	5% от плотности полиции	$0,05 \times D(urb)$	Удваивается	$2,0 \times 0,05 \times D(urb)$

## Примерные параметры

**Узкополосные – город средних размеров – пригороды – средняя плотность PPDR персонала**

Население = 2 500 000 человек

Площадь = 6000 км<sup>2</sup>Плотность полиции в пригородах =  $U(sub) = 1,25 \times 180 \times 2\,500\,000/100\,000 = 5625$  полицейских

Радиус соты = 14,4 км

Диаграмма направленности антенны в соте = ненаправленная

Коэффициент многократного использования = 21

Коэффициент GoS = 1,5

Ширина полосы частот = 24 МГц

Ширина полосы канала = 12,5 кГц

% ширины полосы, не используемой для передачи трафика = 10%

**Узкополосные – город средних размеров – городские районы – средняя плотность PPDR пользователей**

Население = 2 500 000 человек

Площадь = 600 км<sup>2</sup>Плотность полиции в пригородах =  $U(urb) = 1,5 \times 180 \times 2\,500\,000/100\,000 = 6750$  полицейских

Радиус соты = 5,0 км

Диаграмма направленности антенны в соте = шестиугольник

Коэффициент многократного использования = 21

Коэффициент GoS = 1,5

Ширина полосы частот = 24 МГц

Ширина полосы канала = 12,5 кГц

% ширины полосы частот, не используемой для передачи трафика = 10%

**Широкополосные – город средних размеров – пригороды – средняя плотность PPDR пользователей**

Население = 2 500 000 человек

Площадь = 6000 км<sup>2</sup>Плотность полиции в пригородах =  $U(\text{sub}) \times 1,25 \times 180 = 2\,500\,000/100\,000 = 5625$  полицейских

Радиус соты = 9,2 км

Диаграмма направленности антенны в соте = ненаправленная

Коэффициент многократного использования = 12

Коэффициент GoS = 1,5

Ширина полосы частот = 24 МГц

Ширина полосы канала = 150 кГц

% ширины полосы частот, не используемой для передачи трафика = 10%

**Широкополосные – город средних размеров – городские районы – средняя плотность PPDR пользователей**

Население = 2 500 000 человек

Площадь = 600 км<sup>2</sup>Плотность полиции в пригородах =  $U(\text{urb}) = 1,5 \times 180 \times 2\,500\,000/100\,000 = 6750$  полицейских

Радиус соты = 3,2 км

Диаграмма направленности антенны в соте = шестиугольник

Коэффициент многократного использования = 12

Коэффициент GoS = 1,5

Ширина полосы частот = 24 МГц

Ширина полосы канала = 150 кГц

% ширины полосы частот, не используемой для передачи трафика = 10%

**Узкополосные – крупный город – пригороды – средняя плотность PPDR пользователей**

Население = 8 000 000 человек

Площадь = 8000 км<sup>2</sup>Плотность полиции в пригородах =  $U(\text{sub}) = 1,25 \times 180 \times 8\,000\,000/100\,000 = 18\,000$  полицейских

Радиус соты = 11,5 км

Диаграмма направленности антенны в соте = ненаправленная

Коэффициент многократного использования = 21

Коэффициент GoS = 1,5

Ширина полосы частот = 24 МГц

Ширина полосы канала = 12,5 кГц

% ширины полосы частот, не используемой для передачи трафика = 10%

**Узкополосные – крупный город – городские районы – средняя плотность PPDR пользователей**

Население = 8 000 000 человек

Площадь = 800 км<sup>2</sup>Плотность полиции в пригородах =  $U(\text{urb}) = 1,5 \times 180 \times 8\,000\,000/100\,000 = 21\,600$  полицейских

Радиус соты = 4,0 км

Диаграмма направленности антенны в соте = шестиугольник

Коэффициент многократного использования = 21

Коэффициент GoS = 1,5

Ширина полосы частот = 24 МГц

Ширина полосы канала = 12,5 кГц

% ширины полосы частот, не используемой для передачи трафика = 10%

**Широкополосные – крупный город – пригороды – средняя плотность PPDR пользователей**

Население = 8 000 000 человек

Площадь = 8000 км<sup>2</sup>Плотность полиции в пригородах =  $U(\text{sub}) = 1,25 \times 180 \times 8\,000\,000/100\,000 = 18\,000$  полицейских

Радиус соты = 7,35 км

Диаграмма направленности антенны в соте = ненаправленная

Коэффициент многократного использования = 12

Коэффициент GoS = 1,5

Ширина полосы частот = 24 МГц

Ширина полосы канала = 150 кГц

% ширины полосы частот, не используемой для передачи трафика = 10%

### **Широкополосные – крупный город – городские районы – средняя плотность PPDR пользователей**

Население = 8 000 000 человек

Площадь = 800 км<sup>2</sup>

Плотность полиции в пригородах =  $U(\text{urb}) = 1,5 \times 180 \times 2\,500\,000 / 100\,000 = 21\,600$  полицейских

Радиус соты = 2,56 км

Диаграмма направленности антенны в соте = шестиугольник

Коэффициент многократного использования = 12

Коэффициент GoS = 1,5

Ширина полосы частот = 24 МГц

Ширина полосы канала = 150 кГц

% ширины полосы частот, не используемой для передачи трафика = 10%

## **Приложение 5**

### **Существующие и новые решения обеспечения совместимости для общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях**

#### **1 Введение**

Совместимость сетей становится все более важным фактором PPDR работ. Совместимость сетей PPDR – это возможность персонала PPDR из одного ведомства/организации общаться по радио с персоналом другого ведомства/организации, по запросу (плановому или внеплановому) и в реальном времени. Существует несколько элементов/компонентов, которые влияют на возможность обеспечения совместимости. К ним, в частности, относятся спектр, технология, сеть, стандарты, планирование и доступные ресурсы. В том, что касается технологии, реализованы разнообразные решения обеспечения совместимости – либо за счет предварительно спланированных действий, либо за счет использования определенных технологий, которые могут поддерживать и упрощать взаимодействие.

Для увеличения объема информации, передаваемой в системах, обслуживающих PPDR деятельность, могут использоваться самые разные технологии, включая новейшие достижения цифровой обработки. Кроме того, эти технологии могут поддерживать работу и обеспечивать совместимость несовместимых радиостанций, работающих в различных полосах частот и с различными сигналами. Существующие передовые достижения могут также удовлетворять некоторым требованиям PPDR, содействуя распространению новых технологических решений. В настоящем Приложении дается общее описание некоторых существующих и появляющихся решений, которые ведомства и организации PPDR могут применять в комбинации с другими ключевыми элементами (спектр, стандарты и т. п.), необходимыми для упрощения обеспечения совместимости.

#### **2 Существующие решения**

Поскольку каждая администрация может принимать и внедрять различные стандарты и правила, гармонизация полос частот на глобальном/региональном уровне может не обеспечивать полной совместимости, как с будущим, так и с существующим оборудованием. Для упрощения обеспечения совместимости традиционно используются следующие решения.

##### **2.1 Ретранслятор, работающий в разных диапазонах частот**

Ретранслятор, работающий в разных диапазонах частот, хотя и использует спектр менее эффективно, может обеспечить совместимость, особенно, если она требуется временно. Это – хорошее решение, когда ведомства, которым требуется совместимость, используют различные полосы частот и имеют несовместимые системы (конвенциональные либо транкинговые, с аналоговой или цифровой модуляцией, работающие в широкополосном или узкополосном режиме). В настоящее время такое

решение является вполне применимым для связи между двумя радиостанциями, поскольку, как правило, во всех системах доступны и звуковой выходной сигнал, и логический выход "нажмите и говорите" (РТТ). Это решение требует незначительного участия диспетчера, или не требует его совсем, и, как правило, автоматизировано. После активизации, все передачи в одном канале одной системы радиосвязи ретранслируются в один канал другой системы радиосвязи. Это решение также дает возможность группе пользователей применять собственное абонентское оборудование, и позволяет абонентскому оборудованию использовать только базовые функции. Подвижные ретрансляторы, работающие в разных диапазонах частот, используются, в частности, в командно-штабных автомобилях ведомств общественной безопасности для связи с подвижными пользователями в различных полосах частот. Применение ретрансляторов, работающих в разных диапазонах, является методом преодоления несовместимости систем по спектру и стандартам с применением существующей сегодня технологии.

## 2.2 Перепрограммирование радиостанций

Перепрограммирование радиостанций в целях обеспечения совместимости по доступным каналам осуществляется между группами пользователей, работающих в одной полосе частот, при помощи программирования абонентского оборудования всех участников восстановительных работ на одни рабочие частоты. Следовательно, для того, чтобы это решение было эффективным, радиостанции должны позволять такую возможность. Перепрограммирование радиостанций стоит дешевле всех других решений по обеспечению совместимости; оно может требовать или не требовать дополнительной инфраструктуры; оно не требует координации и получения разрешений на использование дополнительных частот; оно может обеспечить совместимость в течение очень короткого промежутка времени. Новые методы, такие как программирование по радиоканалу, позволяют при чрезвычайной ситуации перепрограммировать станции служб быстрого реагирования почти мгновенно. Это решение может быть очень полезным при выполнении динамических изменений в условиях общей неразберихи.

## 2.3 Обмен радиостанций

Обмен радиостанций – это простая мера обеспечения совместимости. Обмен радиостанций обеспечивает совместимость сетей участников восстановительных работ, имеющих несовместимые системы; оно не требует координации и получения разрешений на использование дополнительных частот; оно может обеспечить совместимость в течение очень короткого промежутка времени.

## 2.4 Многодиапазонные, многорежимные радиостанции

Несмотря на то, что первичные инвестиции для покупки этих радиостанций довольно велики, они имеют несколько преимуществ:

- не требуется участия диспетчера;
- пользователи могут одновременно организовывать несколько разговорных групп или каналов, просто переключив абонентский терминал на нужную частоту или нужный режим работы;
- ведомствам не требуется ни менять, ни перепрограммировать станции, ни строить дополнительную магистральную инфраструктуру связи;
- внешние пользователи могут присоединяться к взаимодействующим разговорным группам или каналам, просто выбирая нужное положение переключателя на своих абонентских терминалах; и

- не требуется арендовать дополнительные проводные каналы. Многодиапазонные, многорежимные радиостанции могут обеспечить совместимость между абонентскими терминалами, как в одной, так в различных системах радиосвязи. Специально разработано и доступно оборудование, работающее во многих полосах частот и с различными режимами передачи речи и данных. Это решение также обеспечивает определенную гибкость, позволяя использовать для выполнения поставленных задач независимые системы, имеющие возможность соединения с системами, работающими в других диапазонах. Хотя это решение используется не слишком широко из-за отсутствия программируемых радиостанций (SDR), многие ведомства общественной безопасности для обеспечения совместимости, применяют радиостанции, работающие в различных полосах частот.

Технология программируемых радиостанций (SDR), например, может обеспечить совместимость без внесения дополнительных степеней несовместимости. Применение SDR решений в коммерческих целях, в частности для работ PPDR, имеет потенциальные преимущества за счет удовлетворения требованиям многих стандартов, возможности работать во многих диапазонах частот и снижения сложности оборудования подвижных станций.

## **2.5 Коммерческие службы**

Использование коммерческих служб является эффективным решением, как по обеспечению совместимости сетей PPDR организаций, так и для внутренней работы, особенно, когда требуется обеспечить административную совместимость между совершенно несовместимыми пользователями. Это решение по обеспечению совместимости имеет также то преимущество, что в то время, когда спрос на услуги тактической связи огромен, оно разгружает сеть от административных и не жизненно-важных переговоров.

## **2.6 Согласование/соединение систем**

Несмотря на то, что для покупки средств согласования/соединения систем требуются существенные затраты, они доказали свою эффективность в обеспечении совместимости между различными системами связи. Эти системы могут одновременно стыковать две и более различных систем радиосвязи, таких как ВЧ, УВЧ, ОВЧ, 800 МГц, транкинговые и спутниковые, или соединять радиосеть с телефонной или спутниковой линиями связи. Согласование/соединение различных систем дает пользователям различного оборудования, работающего в различных полосах частот, возможность использовать тот тип оборудования, который наилучшим образом отвечает их требованиям.

# **3 Новые технологические решения для PPDR**

Для удовлетворения будущих потребностей в ширине полосы, разработано несколько технологий, которые могут использоваться для увеличения объемов информации, передаваемой в системах связи PPDR, и которые также могут уменьшить объем спектра, требуемого для поддержания PPDR приложений.

## **3.1 Адаптивные антенные системы**

Адаптивные антенные системы могут улучшить эффективность использования спектра в радиоканале, и, таким образом, существенно увеличить пропускную способность и область покрытия большинства радиопередающих сетей. В этой технологии применяется множество антенн, методы цифровой обработки и сложные алгоритмы для изменения передаваемых и принимаемых сигналов на базовой станции и на терминале пользователя. В коммерческих, частных и государственных системах связи за счет применения адаптивных антенных систем может быть достигнута значительная пропускная способность и существенно улучшены качественные показатели. Применение адаптивных антенн в системах связи PPDR может повысить пропускную способность этой сети в пределах ограниченной ширины полосы.

### 3.2 Ретрансляция в различных полосах частот

Ретрансляция в различных полосах частот – это решение, которое позволяет радиостанции, работающей в одной полосе частот, взаимодействовать с другой радиостанцией, работающей в другой полосе частот. Это решение уже давно применяется организациями PPDR и будет применяться все шире. Ретрансляция в различных полосах частот может быть выгодной, поскольку она дает операторам возможность продолжать использовать назначенные им частоты и позволяет ретранслятору обеспечить совместимость различных пользователей в различных полосах частот. Если SDR технология применяется сначала в ретрансляторе, то существующие системы с используемыми ими сигналами могут взаимодействовать уже сегодня, и эти системы могут быть адаптированы к завтрашним требованиям.

С другой стороны, применяя ретрансляторы можно обеспечить совместимость станций, работающих в различных режимах, что может, например, дать УКВ АМ радиостанции возможность взаимодействовать с УКВ ЧМ радиостанцией.

### 3.3 Программируемые радиостанции (SDR)

С применением технологии SDR, которая использует компьютерное программное обеспечение для формирования рабочих параметров радиостанции, в частности, связанных с обработкой сигналов, пользователю становятся доступными более сложные функции. В настоящее время эта технология уже используется некоторыми правительственными организациями. Некоторые компании также начинают применять технологию SDR в своих разработках. Системы SDR имеют возможность перекрывать несколько диапазонов и несколько режимов работы и в будущем будут адаптировать свои эксплуатационные параметры, или выполнять самоконфигурацию в ответ на изменение условий работы. SDR радиостанция будет способна электронно "сканировать" спектр для того, чтобы определить, позволит ли ее текущий режим работы взаимодействовать как существующими системами, так и с другими SDR радиостанциями на конкретной частоте в конкретном режиме работы. SDR системы будут способны передавать речь, видео и данные и будут иметь возможность ретрансляции в различных полосах частот, что позволит соединяться, ретранслировать и маршрутизировать потоки информации между несовместимыми системами. Такие системы могут управляться дистанционно и могут быть совместимыми с новыми и существующими системами. Используемые в условиях обычной открытой архитектуры, такие системы SDR позволят улучшить совместимость за счет обеспечения возможности совместного использования программного обеспечения по обработке сигнала различными станциями, даже теми станциями, которые работают с другими средами передачи. Кроме того, SDR технология может упростить работу организаций общественной безопасности в сложной электромагнитной обстановке, усложнить сканерам работу по определению наличия работающих радиостанций, обеспечить защиту от помех со стороны технически оснащенных преступных группировок. Кроме того, эта система может заменить несколько радиостанций, которые сегодня работают в различных полосах частот и обеспечить совместимость с радиостанциями, действующими в сильно отличающихся участках спектра.

---