

## УПРАВЛЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЧС

УДК 621.391.82

## КОМПЛЕКСНАЯ ВЗАИМОУВЯЗАННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНВЕРСИИ РАДИОЧАСТОТНОГО СПЕКТРА

В.А. Коваль, генеральный директор ООО «Гейзер Телеком»; koval@geyser-telecom.ru

В.О. Тихвинский, заместитель генерального директора ООО «АйКомИнвест» по инновационным технологиям, д.э.н., проф.

**Ключевые слова:** конверсия, радиочастотный спектр (РЧС), модель, эффективность конверсии РЧС, доходы, затраты, радиотехнология, радиослужба, полоса частот.

**Введение.** Конверсия радиочастотного спектра (РЧС) представляет собой сложный многофакторный процесс, который осуществляет регулятор в области связи (Министерство связи и массовых коммуникаций России) в ходе реализации комплекса работ по управлению радиочастотным спектром на национальном уровне. Проведенная авторами статьи декомпозиция процесса конверсии РЧС позволила выделить в нем ряд частных подпроцессов, результаты выполнения которых можно моделировать на основе взаимоувязанной совокупности частных моделей. При разработке каждой модели учитывались действующая нормативная правовая база, роль и функции органов исполнительной власти, а также силовых ведомств, вовлеченных в процесс конверсии РЧС.

Необходимость разработки отдельных моделей при реализации системного подхода к процессу конверсии РЧС и взаимосвязь между ними выявлены в ходе детального исследования процесса конверсии РЧС, основанного на многолетнем опыте ее проведения в России [1–3].

**Комплекс моделей оценки конверсии РЧС.** Для количественной многофакторной оценки экономической эффективности конверсии РЧС предложено использовать совокупность функционально связанных частных моделей, входящих в комплексную модель (рис. 1).

Комплексная модель состоит из частных моделей М1–М7:

- М1: модель технологического развития мобильных телекоммуникаций, определяющая появление и потенциальные характеристики новых технологий;

- М2: модель формирования потребностей мобильного и беспроводного рынка в радиочастотном спектре, учитывающая технологическое развитие связи и перспективы появления новых технологий на рынке;

- М3: модель оценки производственных возможностей перспективных сетей связи, позволяющая прогнозировать потенциальные доходы операторов связи в зависимости от используемой технологии;

- М4: модель формирования ежегодного бюджета на работы по проведению конверсии РЧС, учитывающая возможность его пополнения из различных источников;

- М5: модель формирования потребностей в конверсии полос частот категории ПР (преимущественного использования РЭС правительственного назначения);

- М6: модель прогноза спроса на услуги и доходов от операционной деятельности в полосах частот, выделенных для конверсии РЧС;

- М7: модель оценки показателей эффективности конверсии РЧС.

При разработке частных моделей был принят ряд допущений:

- диапазон частот перспективных радиотехнологий ограничен сверху зна-

чением 6 ГГц, так как по условиям распространения развитие мобильных сетей выше 6 ГГц пока нецелесообразно;

- рассматривались только технологии мобильной и беспроводной связи, которые приносят основной доход в государственный бюджет от платежей за спектр и более всего нуждаются в расширении частотного ресурса за счет конверсии полос категории ПР.

Каждая из моделей имеет свои входные и выходные параметры, обеспечивающие их использование в функционально связанных частных моделях.

## Описание частных моделей

**Модель технологического развития мобильных телекоммуникаций (М1)** определяет появление и потенциальные характеристики новых технологий. Эта функционально-временная модель связывает основные функциональные характеристики различных радиотехнологий с временем их появления на рынке. Модель М1 базируется на прогнозах перспективных функциональных характеристик и технических спецификациях для появляющихся на рынке радиотехнологий, которые публикуются основными разработчиками телекоммуникационного оборудования, а также Ассоциаций GSA, парт-

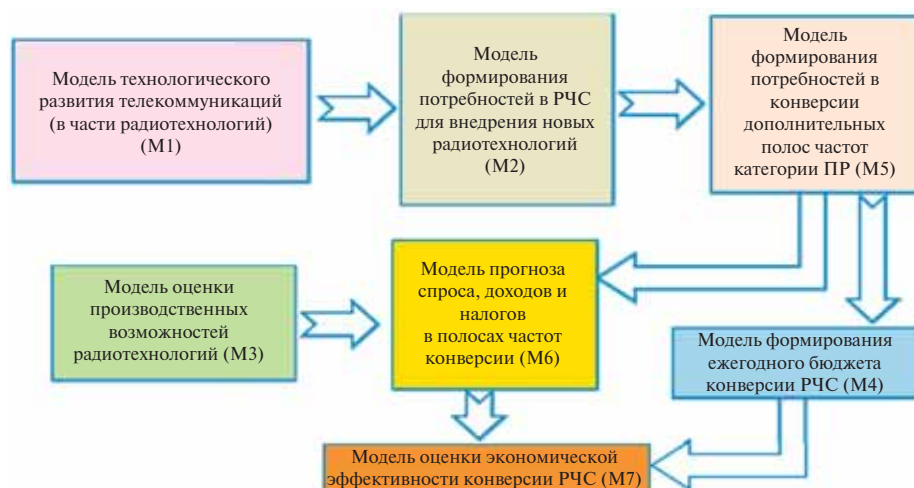


Рис. 1. Комплексная модель оценки экономической эффективности конверсии РЧС

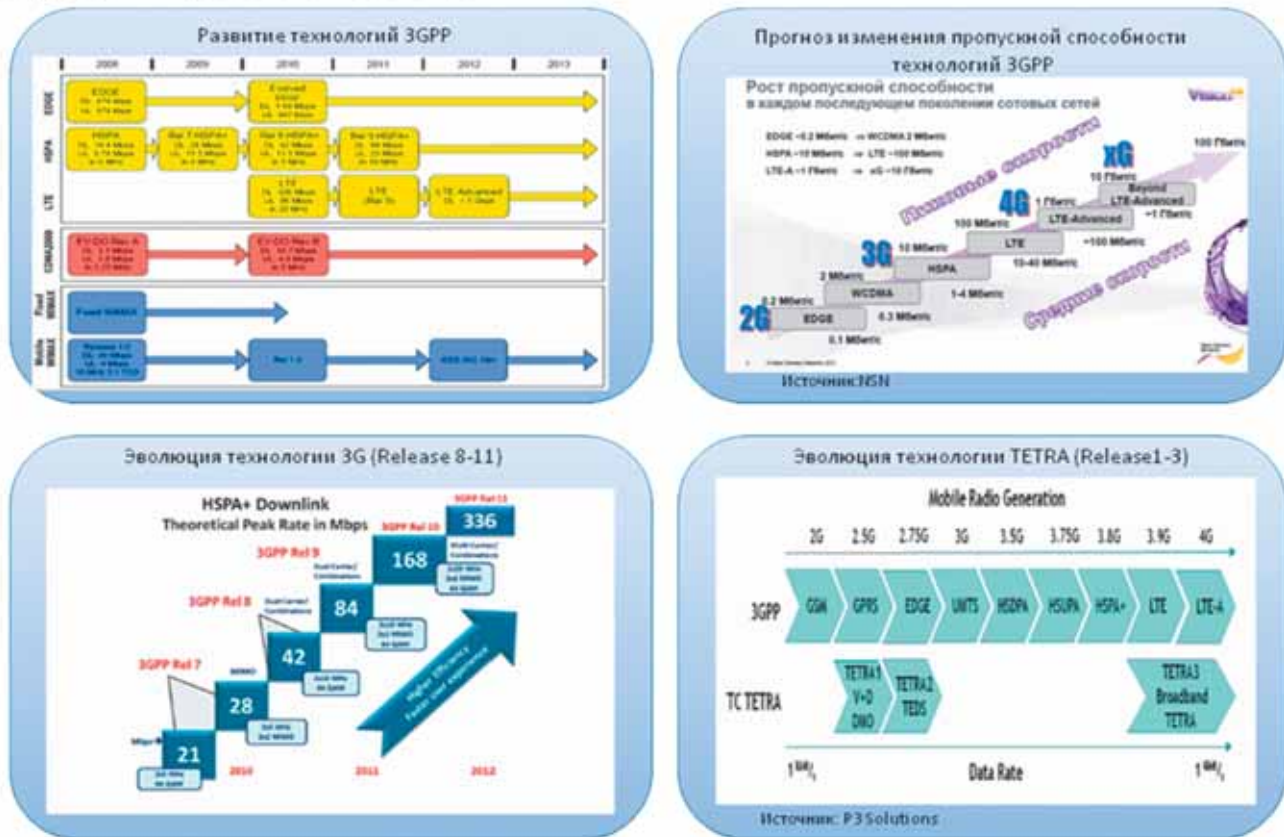


Рис. 2. Элементы модели технологического развития мобильных телекоммуникаций

нерскими проектами 3GPP и 3GPP2, ETSI и др. [4–5] (рис. 2).

Входными параметрами модели M1 являются тип (название) технологии, временной горизонт и точка прогноза, а выходными параметрами – основные функциональные характеристики технологии, определяющие затраты ресурса на ее внедрение: спектральная эффективность, ресурсные потребности (ширина используемого канала, минимальная потребность в спектре для развертывания коммерческой сети), максимальная и минимальная скорости передачи данных, поддерживаемые технологией.

Модель формирования потребностей мобильного и беспроводного рынка в радиочастотном спектре (M2) базируется на модернизированной методологии формирования спроса на РЧС, обоснованной в отчетах МСЭ-Р М.1768 и М.2078 [6, 7]. Исследования, проведенные специалистами сектора радиосвязи МСЭ-Р (отчет МСЭ-Р М.2078), показали, что общая потребность в радиочастотном спектре к 2020 г. может составить 1280 МГц (низкий спрос рынка) или 1720 МГц (высокий спрос рынка), включая уже используемые полосы для мобильных сетей.

Структура методики формирования спроса на РЧС и расчета рыночных по-

казателей спроса с детализацией по шагам показана на рис. 3.

Входными параметрами модели M2 являются [4]:

- категория услуги (SC), определяемая как комбинация вида услуги и класса трафика;
- услуги, разделенные на пять видов;
- классы трафика, определяющие основные классы качества обслуживания (QoS);
- среда предоставления услуг (SE), определяемая как комбинация условий пользования услугами и плотности электросвязи;
- среда распространения (RE), определяемая слоями сот в сети, имеющей иерархическую соттовую структуру, т.е. макро-, микро-, пикосоты и «горячие точки»;
- группы радиотехнологий (RATG), которые генерируют трафик, прогнозируемый для всего рынка сетей наземной связи и распределяемый между определенными группами перспективных радиотехнологий RAT.

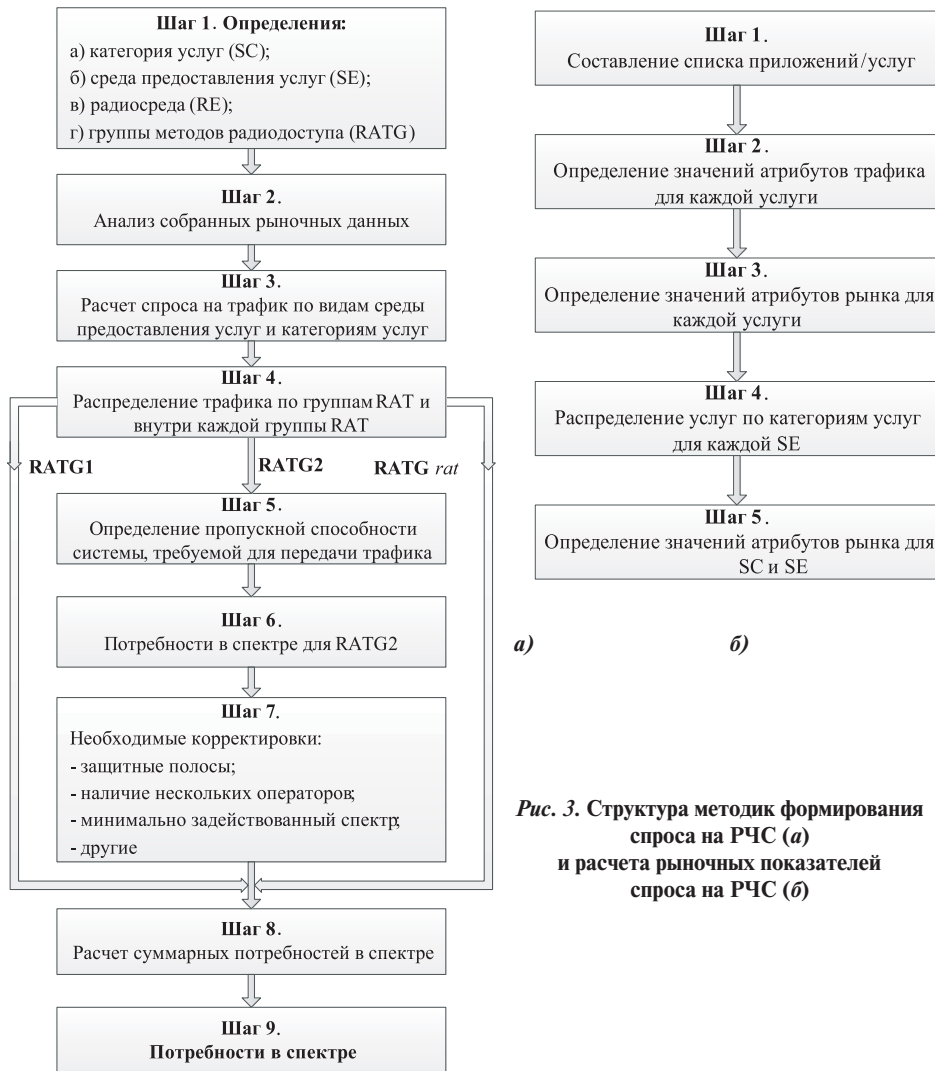
Выходные параметры модели M2 – прогноз потребностей в радиочастотном ресурсе и его распределение между перспективными радиотехнологиями RAT.

Модель производственных возможностей перспективных сетей связи (M3)

позволяет прогнозировать будущие доходы операторов связи в зависимости от используемой технологии и основывается на данных ежегодных отчетов операторов в пересчете на единицу используемого частотного ресурса; при этом учитывается региональная неоднородность развития мобильного рынка России.

Входными параметрами модели M3 являются тип радиотехнологии, объем дополнительного частотного ресурса, высвобождаемого в ходе конверсии РЧС, временной горизонт и точка прогноза, а выходными параметрами – прогноз прироста дохода оператора благодаря использованию дополнительно высвобожденного частотного ресурса за счет конверсии РЧС.

Модель формирования ежегодного бюджета на работы по проведению конверсии РЧС (M4) учитывает возможность его пополнения из различных источников. Модель M4 создана с учетом прогнозов Роскомнадзора по взиманию разовой и ежегодной платы с потребителей за использование радиочастотного спектра. Плата за использование спектра, как известно, является основным источником финансирования конверсии. В модели учитывается динамика изменения затрат по годам на финансирование системы управления



радиочастотным спектром, включая конверсию РЧС, прогноз изменения основных индикаторов развития страны на ближайшие пять лет и возможности участия мобильных операторов в частно-государственном партнерстве по конверсии РЧС на принципах Парето «20:80» в отдельных диапазонах частот.

Входными параметрами модели М4 являются временной горизонт и точка прогноза выделяемых на конверсию бюджетных средств, а выходным – прогноз ежегодного бюджета работ по конверсии РЧС с учетом и без учета ежегодной доли мобильных операторов в частно-государственном партнерстве по конверсии РЧС.

**Модель формирования потребностей в конверсии полос частот категории ПР (М5)** основана на результатах моделирования технологического развития рынка мобильных и беспроводных услуг, потребностей этого рынка в радиочастотном спектре и действующем распределении национального РЧС между

нуждами правительственных (военными) и гражданских организаций [3].

Входными параметрами модели М5 являются номинированный для технологии диапазон частот, необходимый объем частотного ресурса (минимальная потребность в спектре для развертывания коммерческой сети), а выходными параметрами – объем спектрального ресурса в полосах ПР, подлежащего конверсии, значения его границ и вид радиослужб правительственного назначения, использующих необходимый для развития радиотехнологии участок спектра в полосе ПР.

**Модель прогноза спроса на услуги и доходов от операционной деятельности в полосах частот, выделенных для конверсии (М6)**, использует данные годовых отчетов операторов мобильного и беспроводного рынка о прибылях и убытках компаний, а также прогнозов об их операционной деятельности с горизонтом пять лет. В этой модели на основе данных о доступном частотном ресурсе и данных модели производ-

ственных возможностей перспективных сетей связи формируется прогноз прироста ежегодных доходов оператора от использования высвобождаемого при конверсии частотного ресурса.

Входными параметрами модели М6 являются тип радиотехнологии, объем дополнительного частотного ресурса, высвобождаемого в ходе конверсии РЧС, временной горизонт и точка прогноза доходов от операционной деятельности, а выходными параметрами – прирост ежегодных доходов оператора от высвобождаемого при конверсии частотного ресурса в полосах ПР.

**Модель оценки показателей эффективности конверсии РЧС (М7)** реализует ресурсный и затратный подходы к оценке эффективности конверсии РЧС на основе комплекса показателей. Исходя из данных о затратах на конверсию различных участков частотного ресурса в полосах ПР, объеме частотного ресурса в каждой из полос ПР и ожидаемых доходах операторов в зависимости от внедряемой технологии рассчитываются показатели эффективности конверсии РЧС.

Входными параметрами модели М7 являются тип радиотехнологии, объем дополнительного частотного ресурса, высвобождаемого в ходе конверсии РЧС в полосах ПР, затраты на конверсию различных участков частотного ресурса в полосах ПР, доходы операторов в зависимости от внедряемой технологии, временной горизонт и точка прогноза значений выбранных показателей эффективности конверсии РЧС, а выходными параметрами – показатели эффективности конверсии РЧС для каждого частотного ресурса, высвобождаемого при конверсии в полосах ПР.

**Заключение.** Использование для оценки эффективности конверсии РЧС современных методов моделирования, основанных на декомпозиции комплекса работ по управлению радиочастотным спектром и конверсии РЧС, является одним из важных подходов в научно-обоснованном управлении процессом и результатами конверсии РЧС на национальном уровне.

Применение в предложенной комплексной модели современных методик оценки эффективности конверсии РЧС и автоматизация этих процедур позволят регулирующим органам при формировании бюджета, выделяемого ежегодно Минкомсвязи России на конверсию РЧС, принимать более обоснованные решения, а операторам связи – повышать доходность своего бизнеса.

---

*ЛИТЕРАТУРА*

---

1. Федеральный закон «О связи» от 07.07.2003 № 126-ФЗ.
2. Тихвинский В.О., Коваль В.А. Применение методов оценки экономической эффективности при конверсии радиочастотного спектра //Радиочастотный спектр. – 2012. – № 11.
3. Таблица распределения полос радиочастот между радиослужбами РФ (Постановление Правительства РФ от 21 декабря 2011 г. № 1049-34 «Об утверждении Таблицы распределения полос радиочастот между радиослужбами Российской Федерации»).
4. EDGE, HSPA, LTE: Broadband Innovation. 4G Americas //Rysavy Research, September 2008.
5. 4G Mobile broadband evolution: 3GPP Release 10 and Beyond: HSPA (HSPA+) and LTE/LTE-Advanced. 4G Americas// Rysavy Research, January 2012.
6. Отчет МСЭ-Р М.1768. Методология расчета требуемого спектра для будущего развития наземной составляющей ИМТ-2000 и последующих систем.
7. Отчет МСЭ-Р М.2078. Оценка требований к ширине полос спектра для будущего развития систем ИМТ-2000 и ИМТ-Advanced.

*Получено 22.02.13*

---