

# Прогноз развития рынка услуг перспективных радиотехнологий в России

**Е.Е. ВОЛОДИНА,**  
доцент кафедры  
«Экономика связи» МТУСИ,  
к.э.н.

**Е.Е. ДЕВЯТКИН,**  
начальник лаборатории  
ФГУП НИИР, к.э.н.

**А.В. БЕССИЛИН,**  
зам. начальника сектора  
ФГУП НИИР

В статье дана оценка сегодняшнего состояния рынка услуг подвижной связи в России и освещены методические подходы к прогнозированию основных экономических показателей его развития. На основе статистических данных проведен расчет прогнозных показателей – величины капитальных затрат на развитие перспективных сетей связи и доходов от продажи новых услуг. Результаты расчета показал экономическую целесообразность внедрения технологических инноваций.

**П**одвижная связь в России на сегодняшний день относится к одной из наиболее динамично развивающихся отраслей экономики. В публикуемых аналитиками списках крупные операторы подвижной связи по прибыльности уступают лишь нефтегазодобывающим компаниям.

Подвижная связь находится в постоянном развитии, что обусловлено научно-техническим прогрессом, растущим спросом потребителей и другими факторами. Сегодня на этом рынке действуют несколько крупнейших операторов, и выход на него новых участников весьма проблематичен. Специфика рынка состоит в том, что на нем объективно не может работать большое количество игроков, поскольку

значительными финансовыми затратами как частных инвесторов, так и государства в целом. Согласно посланию Президента Российской Федерации Федеральному собранию Российской Федерации от 25.05.2009 «О бюджетной политике в 2010–2012 годах», расход бюджетов всех уровней должен быть обоснован и ориентирован на достижение конечного результата наиболее эффективным способом. В связи с этим прогнозные объемы финансовых средств, направляемые на развитие отрасли связи, должны, с одной стороны, соответствовать возможностям государственного бюджета, а с другой – учитывать прогнозные потребности населения, производства, экономики и безопасности страны.

В основе процесса планирования использования радиочастот в рамках развития перспективных радиотехнологий Российской Федерации также лежит выявление социальной потребности, технической возможности и экономической целесообразности. В соответствии с этим первоочередной задачей изучения рынка является анализ текущего соотношения спроса и предложения, то есть конъюнктуры рынка.

Комплексный подход к изучению конъюнктуры рынка предполагает: использование различных взаимодополняющих источников информации; сочетание анализа текущего состояния с прогнозом перспективных изменений, характеризующих конъюнктуру рынка; применение совокупности различных методов анализа и прогнозирования.

Общая информация включает в себя данные, характеризующие рыночную ситуацию в целом в увязке с развитием отрасли или конкретного производства. Источниками ее получения являются данные государственной и отраслевой статистики, официальные формы учета и отчетности.

При изучении конъюнктуры рынка услуг перспективных радиотехнологий поставлена задача не только определения состояния рынка, но и предсказания вероятного характера его дальнейшего развития на период с 2011 до 2020 г.

Прогноз рынка базируется на учете закономерностей и тенденций его развития, основных факторов, определяющих это развитие, соблюдении строгой объективности и обоснованности при оценке данных и результатов прогнозирования.

В общем виде разработка прогноза рынка имеет четыре этапа: установление объекта прогнозирования; выбор метода прогнозирования; процесс разработки прогноза; оценка точности прогноза.

Исследование международного опыта [1, 2] показывает, что наибольшую точность при долговременном прогнозировании обеспечивает применение S-образных кривых, семейство которых называют диффузионным.

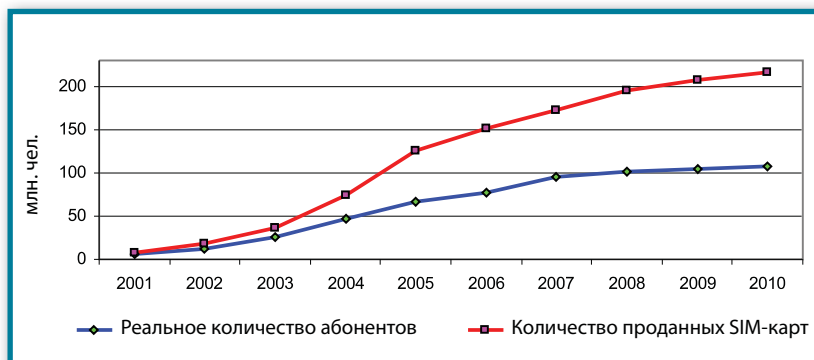


Рис. 1. Динамика роста абонентской базы сетей подвижной связи России

ку затраты на эксплуатацию сетей могут покрываться только значительным числом абонентов. Вот почему работе компаний по привлечению абонентов уделяется постоянное и пристальное внимание как в маркетинговом, так и технологическом аспекте.

Общее число абонентов подвижной связи на конец декабря 2010 г. составило 219,3 млн, что на 5,5% или на 11,4 млн человек больше, чем зафиксировано в конце 2009 г. Однако темп прироста абонентов значительно ниже, чем в течение нескольких последних лет, что свидетельствует о замедлении роста рынка подвижной связи (рис. 1).

Наиболее эффективным инструментом привлечения и удержания абонентов, а также роста доходов операторов подвижной связи является повышение качества услуг и расширение пакета услуг беспроводной скоростной передачи данных, что характерно для перехода от систем сотовой связи 2-го поколения к системам 3-го и 4-го поколений.

Реализация планов по развитию рынка услуг радиосвязи России за счет внедрения новых радиотехнологий связана со

**Ключевые слова:**  
рынок услуг подвижной связи, перспективные радиотехнологии, прогнозирование, среднемесячный доход от одного абонента, доход, капитальные затраты, экономическая целесообразность.



В международной практике планирование развития рынка услуг связи и вещания осуществляется посредством следующих диффузионных моделей:

**1. Экспоненциальная модель:**

$$X(t) = ab^t \quad (1)$$

**2. Модель Гомперца:**

$$X(t) = ae^{-e^{-b \cdot (t-t_b)}} \quad (2)$$

**3. Модель Фишера-При:**

$$\ln\left(\frac{X(t)}{1-X(t)}\right) = c + bt \quad (3)$$

где  $a$  – верхняя горизонтальная асимптота графика функции (уровень насыщения);

$b$  – максимальное значение текущего прироста (угол наклона);

$c$  – нижняя горизонтальная асимптота графика функции (базовый уровень);

$t$  – время (годы);

$t_b$  – момент времени  $b$  (точка перегиба).

Сравнение диффузионных моделей по погрешности результата, проведенное в США в 2002 г. [4], позволяет выбрать и использовать в дальнейшем модель Гомперца в качестве базовой функции для построения прогноза развития рынка перспективных радиотехнологий.

Расчет коэффициентов регрессии модели Гомперца осуществляется посредством следующих основных этапов:

**1. Определение частных производных функции:**

$$\begin{cases} \frac{d}{da} f(t, a, b, t_b) \rightarrow \exp[-\exp[-b \cdot (t-t_b)]]; \\ \frac{d}{db} f(t, a, b, t_b) \rightarrow -a \cdot (-t+t_b) \cdot \exp[-b \cdot (t-t_b)] \cdot \exp[-\exp[-b \cdot (t-t_b)]]; \\ \frac{d}{dc} f(t, a, b, t_b) \rightarrow -a \cdot b \cdot \exp[-b \cdot (t-t_b)] \cdot \exp[-\exp[-b \cdot (t-t_b)]]; \end{cases} \quad (4)$$

**2. Построение вектора регрессии по функциям приближения и ее производных:**

$$F(t, u) = \begin{bmatrix} u_1 \cdot e^{-u_2 \cdot (t-u_3)} \\ \exp[-\exp[-u_2 \cdot (t-u_3)]] \\ -u_1 \cdot (-t+u_3) \cdot \exp[-u_2 \cdot (t-u_3)] \cdot \exp[-\exp[-u_2 \cdot (t-u_3)]] \\ -u_1 \cdot u_2 \cdot \exp[-u_2 \cdot (t-u_3)] \cdot \exp[-\exp[-u_2 \cdot (t-u_3)]] \end{bmatrix} \quad (5)$$

На практике не всегда удается с первого раза построить достаточно точную модель прогнозирования. В связи с этим описанные этапы построения трендовых моделей динамики показателей могут выполняться неоднократно. Алгоритм математического моделирования и прогнозирования представлен на рис. 2.

Реализация представленного алгоритма в программном приложении с применением систем управления базами данных дает возможность автоматизированной обработки запросов и получения графических результатов исследования.

В качестве исходных данных использованы сведения из аналитических, финансовых и научно-исследовательских отчетов различных организаций (специальных источников информации) [4, 5].

Предполагается, что появление новых услуг на базе перспективных радиотехнологий, обладающих новой потребительской стоимостью, позволит участникам рынка

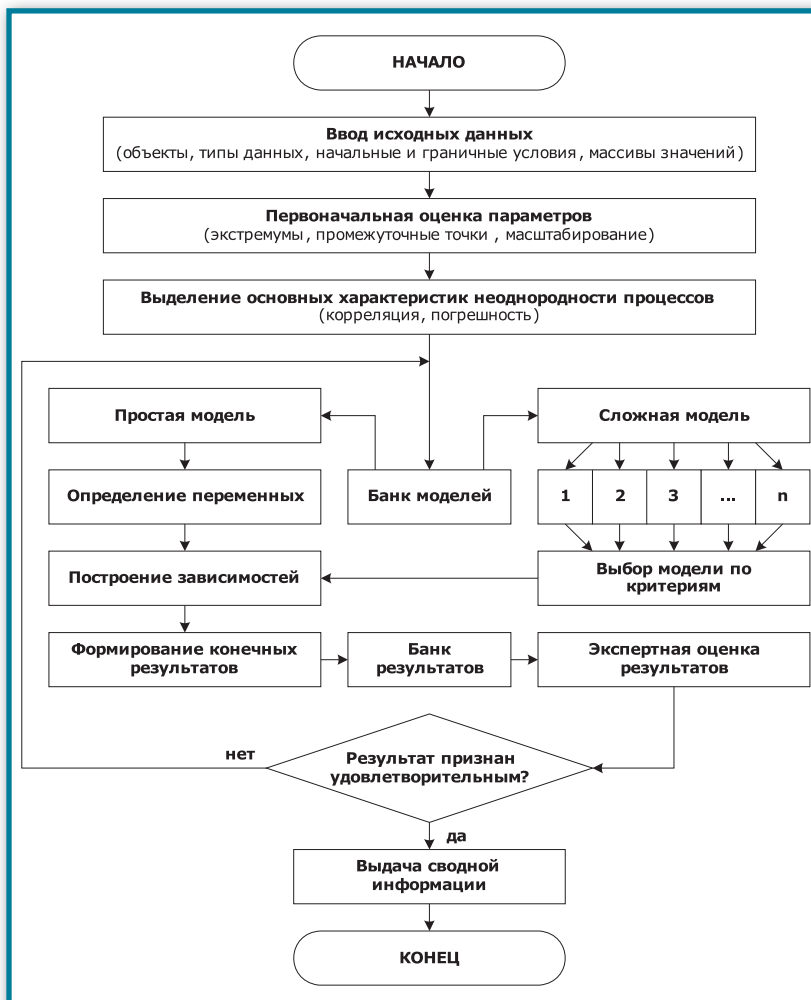


Рис. 2. Алгоритм математического моделирования и прогнозирования

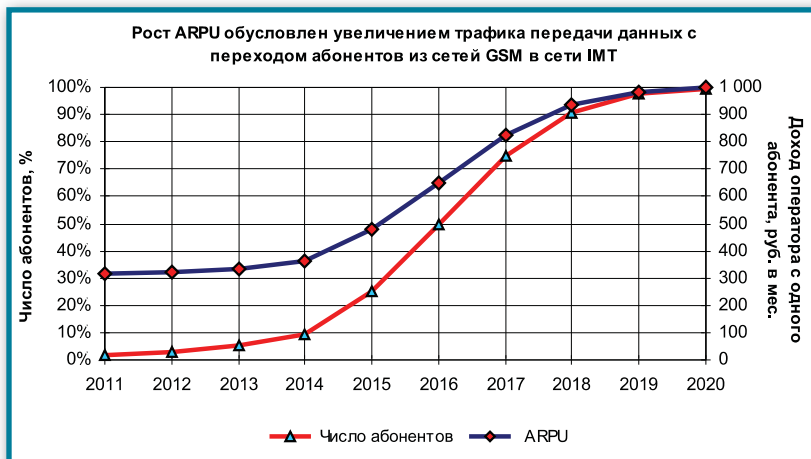


Рис. 3. Прогноз роста ARPU в процессе миграции абонентов из существующих сетей связи в сети перспективных радиотехнологий

получать дополнительные доходы, которые сложатся из платежей за подключение, ежемесячных платежей, доходов от предоставления услуг широкополосной передачи данных, доходов от потребителей, находящегося в роуминге, и других составляющих. Все эти доходы находят отражение в показателе среднего дохода участников рынка, приходящегося на одного потребителя услуг (ARPU). Исходя из этого, доходы оператора от предоставления услуг радиотехнологий с учетом дисконтирования можно определить по формуле:

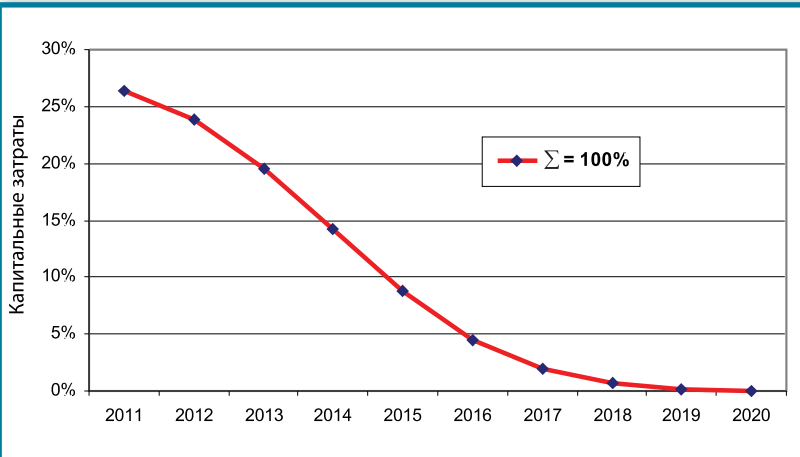


Рис. 4. Динамика капитальных затрат на развитие перспективных радиотехнологий

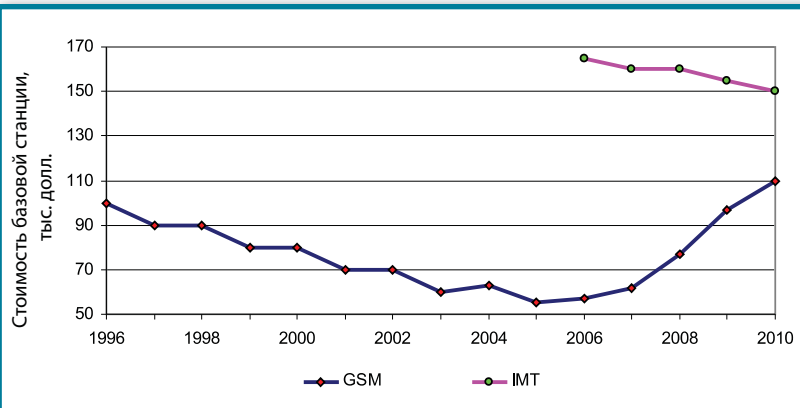


Рис. 5. Динамика цен на рынке оборудования подвижной связи

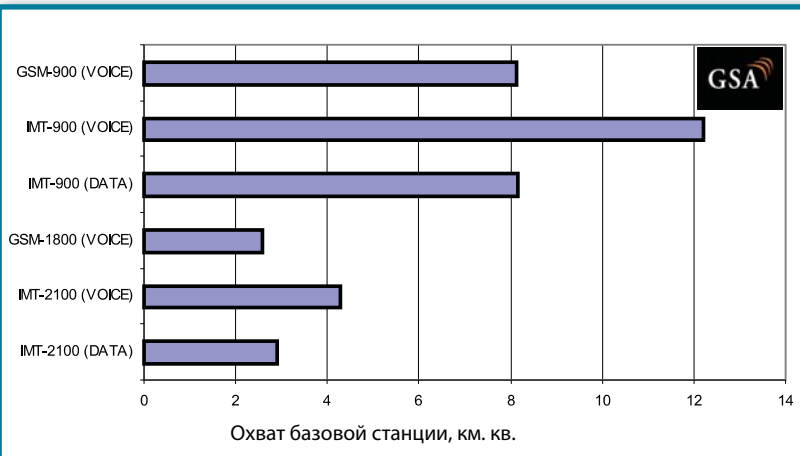


Рис. 6. Сравнительная диаграмма зоны обслуживания сетей

$$D_{оп} = \sum_{t=1}^n (N_{аб,t} \cdot ARPU_t \cdot 12) / (1+E)^t \quad (6)$$

где  $N_{аб,t}$  – численность абонентской базы за  $t$ -тый рассматриваемый год;  $ARPU_t$  – значение среднего за год ежемесячного дохода оператора ПС на одного абонента;  $E$  – норма дисконта.

С учетом существующего опыта развития сетей связи установлено, что с течением времени 100% населения будет иметь доступ к сетям перспективных радиотехнологий и пользоваться новыми услугами. Таким образом, в качестве

абонентской базы при прогнозировании спроса рассматривается численность населения России как потенциальный уровень проникновения перспективных услуг. В соответствии с этим на основе модели Гомперца построен прогноз миграции российских потребителей услуг из существующих сетей связи в сети перспективных радиотехнологий, а также прогноз ARPU, представленные на рис. 3.

Полученные результаты свидетельствуют о тенденциях дальнейшего развития рынка услуг радиосвязи на территории Российской Федерации, однако инвестиционная привлекательность разрабатываемых проектов внедрения новых радиотехнологий определяется не только динамикой доходов. Для определения экономического эффекта от внедрения новых технологий необходимо провести сравнение прогнозируемых доходов с расходами, в частности с капитальными затратами на развертывание сети.

Анализ теории построения сетей наземной подвижной связи [6–9] позволяет выделить четыре основные составляющие капитальных затрат:

$$Z_{кан} = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 \quad (6)$$

где  $Z_1$  – затраты на оборудование доступа к транспортной сети, руб.;

$Z_2$  – затраты на оборудование транспортной сети (магистраль), руб.;

$Z_3$  – затраты на прочее оборудование коммутации и сопряжения узлов, руб.;

$Z_4$  – затраты на программное обеспечение, руб.

Динамика величины капитальных вложений в сети перспективных радиотехнологий зависит от состава оборудования и планирования сетевой архитектуры, которое осуществляется на основе анализа типовых элементов базовой сети. В ходе планирования необходимо рассматривать поэтапное создание сетей с применением перспективных радиотехнологий. С учетом того, что потребители услуг смогут одновременно пользоваться инфраструктурой действующих сетей, покрытие перспективных сетей будет реализовываться в первую очередь в местах с наибольшей плотностью населения, которое формирует спрос на услуги новой сети и окупаемость затрат. По мере развития рынка новых услуг в городах-миллионниках последовательно будет обеспечиваться покрытие территорий их регионов. Покрытие удаленных и малонаселенных районов будет осуществляться в последнюю очередь. На рис. 4 представлен прогноз объема капитальных затрат на десятилетний период.

В условиях нестабильной, постоянно меняющейся ценовой политики на рынке перспективных радиотехнологий в международной практике в процессе планирования затрат на развитие сетей связи и вещания используется метод долевого соотношения. Так, по оценке экспертов, соотношение затрат на оборудование доступа к общим капитальным затратам составляет около 40%. Тогда с учетом дисконтирования:

$$Z_{кан} \cong 2,5 \times Z_1 / (1 + E)^t$$

При этом затраты на оборудование доступа определяют формулой:

$$Z_1 = C_{об} \cdot N_{об}(S, N_{аб}, F) \quad (7)$$

где  $C_{об}$  – стоимость оборудования доступа к транспортной сети, руб.;

$N_{об}$  – количество оборудования доступа к транспортной сети, шт.;

$S$  – площадь региона Российской Федерации, км<sup>2</sup>;

$N_{аб}$  – число потребителей услуг сети, чел.;

$F$  – рабочая радиочастота передачи сигналов, МГц.



Оценка стоимости оборудования доступа (локальных базовых станций) проводилась на основе исследований международного опыта развития сетей связи и вещания с применением перспективных радиотехнологий [5]. Исследование рынка оборудования позволило выявить динамику изменения стоимости базовых станций подвижной связи стандарта GSM и IMT (рис. 5).

Как видно из рис. 5, начиная с 1998 г. вследствие научно-технического прогресса стоимость производимого оборудования стандарта GSM с каждым годом уменьшалась. Однако с появлением оборудования следующего поколения цена на морально устаревающее оборудование увеличивается в результате сокращения его массового производства.

Анализ отчетности российских компаний сотовой связи позволил определить среднее число базовых станций, необходимое для покрытия всей территории Российской Федерации двухдиапазонной сетью стандарта GSM 900/1800, которое по состоянию на 2010 г. составило около 35 тыс. станций.

По оценкам специалистов (консалтинговой группы GSA), для развертывания сетей IMT потребуется базовых станций на 30–40% меньше, чем для сети стандарта GSM (рис. 6). С учетом этого было определено число станций, которое требуется для внедрения сети IMT на территории Российской Федерации, оно составило 21 тыс.

Средняя стоимость базовой станции IMT определена в соответствии с ценами европейских стран (рис. 5) и по состоянию на 2010 г. составляет 150 тыс. долл. Таким образом, капитальные вложения в строительство сетей IMT могут составить около 100 млрд руб.

На основе тренда ARPU и динамики изменения капитальных затрат построен прогноз доходов от продажи услуг наземной подвижной связи России и прогноз затрат на строительство сетей IMT (рис. 7).

Сравнительный анализ результатов расчета основных экономических показателей позволяет сделать вывод, что потенциальный доход от оказания услуг связи минимум в 15 раз превосходит возможные издержки на строительство сетей. Данное заключение отражает перспективность и экономическую целесообразность внедрения сетей с применением новых радиотехнологий наземной подвижной связи в России. ■

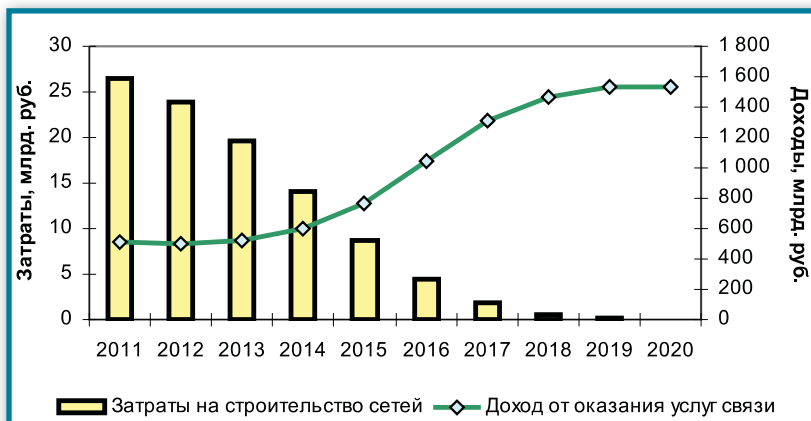


Рис. 7. Прогноз капитальных затрат и доходов от продажи услуг перспективных сетей связи в РФ

### Литература

1. Fides F. Telecommunications demand forecasting // International Journal of forecasting. 2002. P. 489–522.
2. Meade N. Forecasting with grow curves: An empirical comparison // International Journal of forecasting. 1995. P. 199–215.
3. Technology, Futures Incorporated, Residential Broadband Forecasts, 2002.
4. Мобильные операторы: От голоса к ШПД: Аналитический обзор // Банк Москвы, 26.02.2010 г.
5. Global mobile Suppliers Association Information Paper «GSM/3G Market/Technology Update» // LTE Network Commitments – Global Status, August 26, 2009. www.gsacom.com.
6. Neil J. Boucher. Cellular Radio Telephone Systems, ITU Cellular Radio applications Workshop, Jakarta, November, 1992.
7. Neil J. Boucher. Cellular Radio Handbook: A Reference for Cellular System Operation, Third Edition, January 1995.
8. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: Учебник для вузов / Крухмалева В.В., Гордиенко В.Н., Моченов А.Д. и др.; Под ред. В.Н. Гордиенко и В.В. Крухмалева. М.: Горячая линия – Телеком, 2004.
9. Сети связи. Учебник для вузов / Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г. СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2010. 400 с.



НОВОСТИ ➔ NEWS ➔ НОВОСТИ ➔ NEWS ➔ НОВОСТИ ➔ NEWS ➔ НОВОСТИ ➔ NEWS ➔ НОВОСТИ ➔ NEWS

### Первая технология повышения энергетической эффективности сетей

В начале февраля участники консорциума GreenTouch™, глобальной исследовательской инициативы, направленной на резкое (в 1000 раз) увеличение энергетической эффективности информационно-коммуникационных сетей, представили результаты первых восьми месяцев своей работы и продемонстрировали подтверждение концепции крупномасштабных антенных систем (Large-Scale Antenna System) – первой из множества технологий, над которыми работает консорциум. Новая антенная система создает условия для колоссальной экономии энергии благодаря новаторской технологии беспроводной передачи.

Крупномасштабная антенная система, представленная на мероприятии GreenTouch в Лондоне, продемонстрировала, что при увеличении количества антенных элементов мощность, передаваемая антенной системой, может быть резко сокращена. Например, мощность, передаваемая антенной решеткой из 100 элементов, составляет всего 1% от мощности, передаваемой одной антенной, при том же качестве связи. Снижение суммарной излучаемой мощности приводит к сокращению и суммарной мощности, потребляемой активными компонентами антенной системы.

Главное отличие крупномасштабных антенных систем GreenTouch Large-Scale Antenna System от других антенных систем, позволяющее

резко сократить энергопотребление, состоит в особенностях передачи сигналов. Вместо того чтобы передавать сигналы по всей зоне покрытия (именно так действуют все остальные антенные системы), крупномасштабная антенная система учитывает особенности канала передачи и избирательно передает информацию в виде концентрированных лучей нескольким пользователям одновременно. Чем больше антенных элементов включено в систему, тем выше концентрация лучей и тем ниже мощность, потребляемая антенной для передачи одного и того же объема информации. Резкое сокращение излучаемой мощности происходит без ущерба для мощности сигнала и качества услуг. Этот подход может принести огромные преимущества, особенно в сочетании с другими новыми технологиями беспроводной связи.

Помимо этой технологии, консорциум GreenTouch за первый год работы добился существенных результатов в еще более двух десятках исследовательских проектов, которые уже реализуются или рассматриваются на предмет возможной реализации. Представленные исследовательские проекты относятся к таким важнейшим технологическим областям, как проводной доступ; коммутация и маршрутизация в ядре сети; мобильные коммуникации; опорные оптические сети и системы передачи; услуги, приложения и тенденции в энергообеспечении. ■

[www.greentouch.org](http://www.greentouch.org)