

ВЛИЯНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА НА РАЗВИТИЕ РЫНКА УСЛУГ И ПОКАЗАТЕЛИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ СОТОВОЙ ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ

Е.Е. Володина, профессор кафедры «Экономика связи» МТУСИ, к. э. н., evolodina@list.ru;
Е.Е. Девяткин, руководитель лаборатории научно-технического центра (НТЦ) анализа электромагнитной совместимости, ФГУП НИИР, к. э. н., deugene@list.ru;
М.Е. Девяткина, аспирант кафедры «Экономика связи» МТУСИ

УДК 621.39

Аннотация. Проведен анализ влияния научно-технического прогресса на изменение структуры рынка услуг сотовой подвижной связи и конечные показатели деятельности операторов. Дана характеристика технических параметров стандартов сотовой подвижной связи и потребительских свойств услуг в их эволюционном развитии. Предложен ряд показателей оценки эффективности использования РЧС через экономические показатели деятельности оператора, загрузку производственных мощностей и потребительские свойства услуг сотовой подвижной связи.

Ключевые слова: научно-технический прогресс, стандарты сотовой подвижной связи, радиочастотный спектр, рынок, услуги, показатели эффективности.

IMPACT OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PROGRESS ON DEVELOPMENT OF COMMUNICATION-SERVICE MARKET AND ON BUSINESS INDICATORS OF OPERATORS OF CELLULAR MOBILE COMMUNICATION NETWORKS

Elena Volodina, professor of «Communication Economics» MTUCI, Ph. D.;
Evgeniy Devyatkin, the head of the laboratory research and technology center (RTC) of EMC analysis NIIR, Ph. D.;
Mariya Devyatkina, graduate student of «Communication Economics» MTUCI

Annotation. Impact of the scientific and technological progress on the modification of the structure of the mobile cellular service market and on the final indicators of operators' activity was analyzed. Technical parameters of cellular communication standards and consumer qualities for these services were described in their evolutionary development. A number of indicators were proposed to assess the usage efficiency of radio-frequency systems through the economic indicators of operator's activity, the utilization of production capacities and the consumer qualities of services of cellular mobile communication systems.

Keywords: scientific and technological progress, cellular mobile communication standards, radio-frequency spectrum, market, services, efficiency indicators.

Научно-технический прогресс (НТП) характеризуется непрерывным развитием науки, техники, технологий, совершенствованием предметов труда, форм и методов организации производства. Качественно изменяя элементы производства, НТП меняет функциональную структуру производства и конечного продукта. Важнейшую роль научно-технические достижения выполняют в развитии такой наукоемкой отрасли как инфокоммуникации (ИК), которые развиваются как единое целое информационных и телекоммуникационных технологий. Все научно-технические достижения, которые применяются для создания новых и совершенствования действующих технических и вычислительных средств, сетей связи, способствуют появлению новых систем связи, информационных технологий и обеспечивают более полное удовлетворение потребностей различных потребителей инфокоммуникационных услуг.

Анализ основных показателей развития инфокоммуникаций в России показывает, что внедрение инновационных технологий, как результата достижений научно-технического прогресса, способствует формированию национальной инфокоммуникационной социальной и производственной инфраструктуры общества, расширению использования информационных ресурсов в экономике, управлении и социуме, повышению качества и спектра прогрессивных услуг, обеспечению динамичного функционирования отрасли в целом [1].

Развитие сектора ИК характеризуется интеграцией различных терминалов, предоставлением инфокоммуникационных услуг высокого качества и высокоскоростных услуг (данные, видео, и другие), а также постоянным повышением скорости передачи и обработки информации. Важно, что скорость обработки данных напрямую связана со скоростью передаваемой информации в сетях связи: чем выше скорость обработки данных, тем выше скорость передаваемой информации.

Становится очевидным, что возрастающие потребности в беспроводной передаче мультимедийных высокоскоростных услуг невозможно будет удовлетворить устаревающими технологиями подвижной связи, и НТП будет стимулировать появление новых инновационных радиотехнологий. Особенностью развития сетей сотовой подвижной связи (СПС) является постоянная и продолжительная эволюция технических возможностей сетей связи, а также совершенствование стандартов радиодоступа.

Существующие сети СПС отличаются используемым радиointерфейсом и протоколами взаимодействия в сети. Принято различать несколько поколений систем СПС:

Первое поколение (1G) – это аналоговые системы. Было разработано множество аналоговых систем: AMPS, NAMPS (США), HCMTS (Япония), NMT-450, NMT-900 (Скандинавские страны), C-450 (Германия), TACS, ETACS (Англия), RTMS-101H (Италия), Radiocom-200 (Франция). Наибольшее распространение из аналоговых систем получили системы сотовой подвижной радиосвязи на основе стандартов AMPS (в диапазоне 800 МГц) и NMT-450 (в диапазоне 450 МГц), которые стали международными стандартами, рекомендованными Международным союзом электросвязи. Аналоговые системы дают возможность пользоваться в основном телефонной связью, что ограничило возможности их дальнейшего развития.

К цифровым системам **второго поколения (2G)** относятся:

- система на основе американского стандарта D-AMPS в диапазоне 800 МГц;
- система на основе европейского стандарта GSM в диапазонах 900 МГц и 1800 МГц;
- система на основе американского стандарта IS-95 с использованием CDMA в диапазоне 800 МГц;
- JDC (Japanese Digital Cellular – японский стандарт цифровой сотовой связи).

В России нашли применение сети GSM, NMT-450 и AMPS/D-AMPS. Для создания сетей беспроводного доступа в 1998 г. было принято решение использовать технологию CDMA (IS-95).

Системы мобильной связи второго поколения по сравнению с сетями первого поколения обеспечили абонентам усовершенствованные услуги, повышенную емкость сети и качество предоставляемых сервисов. Их основным отличием от сетей первого поколения стал цифровой способ передачи информации, благодаря чему появилась услуга обмена короткими текстовыми сообщениями SMS (англ. Short Messaging Service).

Третье поколение (3G) – это стандарт мобильной цифровой связи, который под аббревиатурой IMT-2000 (англ. International Mobile Telecommunications – международная мобильная связь 2000) объединяет пять стандартов – W-CDMA, CDMA2000, TD-CDMA/TD-SCDMA, DECT (англ. Digital Enhanced Cordless Telecommunication – технология улучшенной цифровой беспроводной связи). Из перечисленных составных частей 3G только первые три

представляют собой полноценные стандарты сотовой связи третьего поколения. DECT – это стандарт беспроводной телефонии домашнего или офисного назначения, который в рамках мобильных технологий третьего поколения, может использоваться только для организации точек горячего подключения (хот-спотов) к данным сетям.

Стандарт ИМТ-2000 дает четкое определение сетей 3G, под мобильной сетью третьего поколения понимается интегрированная мобильная сеть, которая обеспечивает: для неподвижных абонентов – скорость обмена информацией не менее 2048 кбит/с, для абонентов, движущихся со скоростью не более 3 км/ч – 384 кбит/с, для абонентов, перемещающихся со скоростью не более 120 км/ч – 144 кбит/с. При глобальном спутниковом покрытии сети 3G должны обеспечивать скорость обмена не менее 64 кбит/с.

Концепция систем третьего поколения была нацелена на создание условий для предоставления услуг мультимедиа, включая высокоскоростную передачу больших объемов информации, видео и речи, факсимильных сообщений и данных любому абоненту с помощью мобильного терминала, имеющего единый номер.

Поколение 3,5G

Дальнейшим развитием сетей стала технология HSPA (англ. High Speed Packet Access – высокоскоростной пакетный доступ), которую стали именовать 3,5G. Изначально она позволяла достичь скорости в 14,4 Мбит/с, однако сейчас теоретически достижима скорость 84 Мбит/с и более. Впервые HSPA была описана в пятой версии стандартов 3GPP. В ее основе лежит теория, согласно которой при сопоставимых размерах сот применение многокодовой передачи позволяет достигать пиковых скоростей.

Четвертое поколение мобильной связи (4G)

В настоящее время можно говорить об активном внедрении и развитии на мировом рынке систем сотовой связи четвертого поколения (4G), которые открывают возможности предоставления новых услуг, в том числе для переноса ряда услуг фиксированных сетей в мобильную среду. Для услуг 4G характерна высокая скорость передачи данных, а также улучшенное качество голосовой связи [2].

Большую их часть составляют услуги передачи данных, которые для конечного пользователя существенно отличаются по номенклатуре и качеству от услуг, предоставляемых в существующих сетях третьего поколения. При этом, следует подчеркнуть важную деталь: технология 3G заложила начало внедрения широкого ассортимента разнообразных по содержанию услуг в сети подвижной связи.

В марте 2008 г. сектор радиосвязи Международного союза электросвязи (МСЭ-Р) определил ряд требований для стандарта международной подвижной беспроводной широкополосной связи 4G, получившего название спецификаций International Mobile Telecommunications Advanced (ИМТ-Advanced), в частности установив требования к скорости передачи данных для обслуживания абонентов: скорость 100 Мбит/с должна предоставляться высокоподвижным абонентам (например, поездам и автомобилям), а абонентам с небольшой подвижностью (например, пешеходам и фиксированным абонентам) должна предоставляться скорость 1 Гбит/с.

Так как первые версии мобильного WiMAX (англ. Worldwide Interoperability for Microwave Access – всемирная совместимость для микроволнового доступа) и LTE (англ. Long Term Evolution – долгосрочное развитие) поддерживают скорости значительно меньше 1 Гбит/с, их нельзя назвать технологиями, соответствующими ИМТ-Advanced, хотя они часто упоминаются поставщиками услуг, как технологии 4G.

В настоящее время на российском рынке активно разворачивается инновационный проект внедрения и развития сетей связи на основе китайского стандарта McWiLL – это готовая к внедрению технологическая платформа, позволяющая реализовать широчайший спектр современных информационных и телекоммуникационных сервисов.

Система работает в Китае, в семи странах Африки, Бразилии, Панаме, США, Шри-Ланке, Индии, Ираке, Таиланде, Северной Корее. Технология обладает двумя основными преимуществами по отношению к уже существующим технологиям. Это комбинация известных технологий CDMA, TDD и OFDM, что позволяет воспользоваться наилучшими результатами уже существующих разработок. McWiLL может быть использован в различных диапазонах и позволяет получить наивысшую эффективность использования радиочастотного спектра. В данный момент технология является нишевой, с хорошей перспективой развития в сторону основного направления развития ИМТ-2000 (TD-LTE). К основным экономическим преимуществам относятся низкая себестоимость оборудования и низкое энергопотребление.

Пятое поколение (5G)

Технологии для сетей пятого поколения по состоянию на конец 2014 г. находятся в состоянии разработки. Основным разработчиком является компания Huawei, в которой заявили, что основной задачей для сетей 5G станет расширение спектра используемых частот и увеличение емкости сетей. Ожидается, что новая технология решит задачу, над которой работают все операторы в мире, повысит эффективность сетевой инфраструктуры. При этом очень важным параметром будет являться низкое энергопотребление. В сетях пятого поколения средние скорости должны быть, как минимум, на порядок выше, чем в сетях четвертого поколения.

Ввод в опытно-промышленную эксплуатацию первой сети 5G планируется российским оператором МегаФон к Чемпионату мира по футболу в 2018 г.

Рассматривая дальнейшее развитие, не следует делать акцент на какой-либо технологии – для абонента важно получить мобильный доступ к той или иной услуге с требуемым качеством независимо от технологии [3].

Системы связи последующих поколений смогут предоставлять абонентам более широкий спектр услуг связи и будут обладать следующими пользовательскими характеристиками:

- унификацией оборудования;
- совместимостью услуг и приложений в разных системах связи и доступа;
- высоким качеством обслуживания абонентов;
- удобным портативным абонентским оборудованием;
- высокой степенью гибкости сетей и возможностью поддержания вновь появляющихся видов услуг;
- предоставлением мультимедиа услуг в рамках глобальной информационной инфраструктуры.

Незаменимым производственным ресурсом при эксплуатации сетей сотовой подвижной связи является радиочастотный спектр (РЧС). В силу ограниченности РЧС в настоящее время в рамках эффективности новых технологий особое внимание уделяется вопросам эффективности (экономичности) его использования. Для оценки экономической эффективности использования РЧС предлагается учитывать экономические показатели деятельности оператора СПС, загрузку производственных мощностей и потребительские свойства услуг СПС [4].

Исходя из этого, оценка эффективности использования РЧС различными радиотехнологиями может проводиться на основе расчета четырех показателей [5]:

1. Число абонентов в сети оператора, приходящихся на 1 МГц радиочастотного спектра, выделенного оператору в регионе для конкретной технологии (поколения):

$$N_{аб\ nG}^{MGц} = \frac{N_{аб\ nG}}{\Delta F_{nG}} \quad (1)$$

где:

$N_{аб\ nG}$ – текущая численность абонентов в сети n-го поколения (nG) в конкретном регионе; n – поколения сетей подвижной связи, ΔF_{nG} – полоса частот, выделенная оператору в конкретном регионе для сети n-го поколения.

2. Доходы оператора сети подвижной связи n-го поколения за год, приходящиеся на 1 МГц радиочастотного спектра, выделенного оператору в конкретном регионе:

$$N_{дох\ nG}^{MGц} = \frac{ARPU \cdot 12 \cdot N_{аб\ nG}}{\Delta F_{nG}}, \quad (2)$$

где:

ARPU – среднемесячный доход на одного абонента сети подвижной связи n-го поколения в конкретном регионе.

3. Скорость передачи данных в сети подвижной связи n-го поколения на 1 МГц радиочастотного спектра, выделенному оператору в регионе:

$$N_{ск}^{MGц} = \frac{V_{nG}}{\Delta F_{nG\ ЧК}}, \quad (3)$$

где:

V_{nG} – максимальная скорость передачи данных сети подвижной связи n-го поколения; $\Delta F_{nG\ ЧК}$ – ширина одного частотного канала технологии n-го поколения.

4. Средняя пропускная способность (емкость) одной ячейки подвижной связи n-го поколения:

$$N_{пр.сп.}^{яч} = \frac{N_{аб}^{макс}}{N_{nG\ яч}}, \quad (4)$$

где:

$N_{аб}^{макс}$ – максимально возможное число обслуживаемых абонентов сетью подвижной связи n-го поколения оператора в регионе, $N_{nG\ яч}$ – число ячеек оператора ПС n-го поколения в регионе.

Представленные показатели были рассчитаны для радиотехнологий четырех поколений подвижной связи, а полученные диаграммы для наглядной оценки помещены на одном рисунке (рис. 1). Рассчитанные площади четырехугольников (в относительных единицах) для четырех поколений подвижной связи приведены в табл. 1.

Таблица 1.

| Поколения ПС | S_{nG} , площадь четырехугольника, отн. ед. | Относительная эффективность по отношению к предыдущему поколению, % |
|----------------|---|---|
| 1-ое поколение | 1380 | -- |
| 2-ое поколение | 2945 | 213 |
| 3-е поколение | 7300 | 248 |
| 4-е поколение | 17500 | 239 |

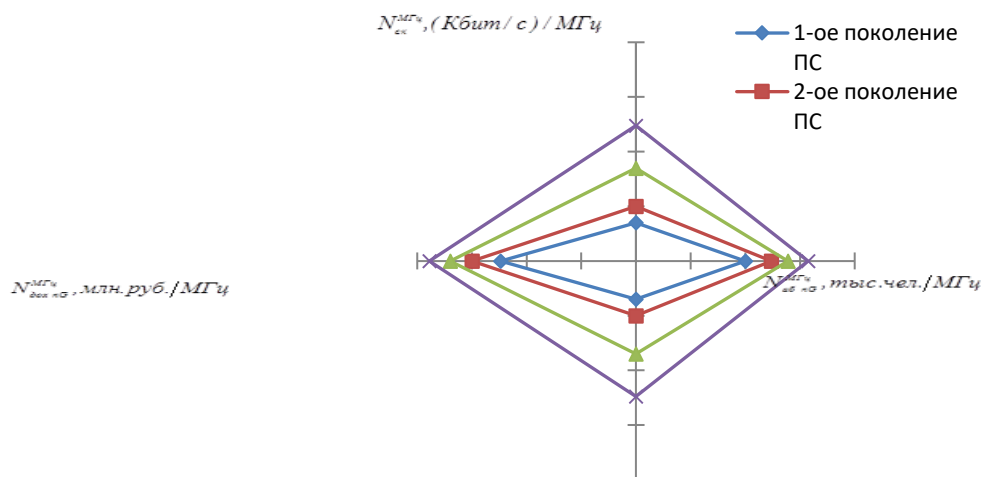


Рисунок 1.

Анализ полученных диаграмм по разработанной методике позволяет сделать вывод о том, что каждое последующее поколение подвижной связи предлагает более высокую емкость сети. Площадь четырехугольника условно отражает эффективность использования РЧС каждой технологией подвижной связи. Таким образом, каждая последующая технология предлагает не только увеличенное количество сервисов и услуг, но и демонстрирует более бережное и эффективное использование природного ресурса РЧС. Следовательно, во внедрении перспективных радиотехнологий должны быть заинтересованы как операторы, предоставляющие услуги связи потребителям, так и государство, выступающее в роли гаранта, обеспечивающего всем гражданам свободный и качественный доступ к инфокоммуникационным технологиям.

Литература

1. Володина Е.Е., Кузовкова Т.А., Кухаренко Е.Г. Экономика отрасли инфокоммуникаций. – М.: Изд-во Горячая линия – Телеком, 2014. – 189 с.
2. Веерпалу В.Э., Володина Е.Е., Девяткин Е.Е. Оценка эффективности перераспределения РЧС при внедрении операторами новых технологий подвижной связи // Электросвязь, 2008. – №1.
3. Быховский М.А. Мировые тенденции в области реформирования системы управления РЧС // Электросвязь, 2008. – №3.
4. Веерпалу В.Э., Володина Е.Е., Девяткин Е.Е. Цифровая революция как залог эффективного развития экономики страны // Сборник Трудов НИИР, 2010. – №3.
5. Веерпалу В.Э., Володина Е.Е., Девяткин Е.Е. Развитие широкополосных систем связи как условие создания информационного общества // Электросвязь, 2010. – №12.

