

УДК 519.6

*А. С. Сергиенко*

## **АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИЙ В СФЕРЕ МОБИЛЬНЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

На сегодняшний день экономическая ситуация в мире такова, что компаниям, желающим стабильно и экономически эффективно функционировать на рынке, необходимо заниматься стратегическим моделированием и планированием своей деятельности. В условиях финансового кризиса наблюдается значительное снижение платежеспособного спроса на продукцию и услуги большинства компаний. Такое положение заставляет предприятия усовершенствовать бизнес-процессы, оптимизировать производство, снижать затраты и переходить на новые механизмы функционирования с целью повышения эффективности и устойчивости к внешним воздействиям. Сложившаяся ситуация также требует по-новому рассматривать такие аспекты исследования функционирования компаний, как анализ, моделирование и прогнозирование для более эффективного осуществления их деятельности.

Текущее состояние рынка услуг мобильной связи не является исключением. Доходы компаний-провайдеров напрямую зависят от доходов населения, таким образом, снижение реального дохода незамедлительно отражается на выручке поставщика услуг мобильной связи. Это является стимулом для мобильных операторов к анализу своей политики взаимодействия с абонентами, усовершенствованию системы оказания услуг для того, чтобы, с одной стороны, сократить потери в выручке, а с другой — стабилизировать поток своих доходов. Такое положение компаний на рынке услуг мобильной связи обуславливает актуальность исследования, моделирования и анализа существующей на сегодняшний день системы взаимодействия компаний с абонентами. Целью работы является формализация системы расчетов мобильных операторов с абонентами и ее анализ с точки зрения эффективности в условиях текущей ситуации.

Рассмотрим краткую характеристику состояния рынка услуг мобильной связи на настоящий момент. Действующей системой расчетов с абонентами в РФ у мобильных операторов «большой четверки» является авансовая система взимания платы за услуги

---

**Александра Сергеевна СЕРГИЕНКО** — аспирантка и ассистент кафедры экономической кибернетики Экономического факультета СПбГУ. В 2009 г. окончила Экономический факультет СПбГУ. Сфера научных интересов — разностные модели оценки и прогнозирования значений финансово-экономических показателей.

© А. С. Сергиенко, 2010

мобильной связи. Для данной системы характерны следующие особенности: договор об обслуживании абонента мобильным оператором является бессрочным, оплата услуг мобильной связи производится абонентом до непосредственного пользования услугами связи. Платеж за услуги мобильной связи, как правило, не включает в себя обязательной постоянной составляющей платежа и является произвольным по времени, а также вносится абонентом обычно наличными. С точки зрения моделирования данной системы расчетов с абонентами принципиальной предпосылкой является то, что доход от оказания услуг мобильной связи поступает раньше, чем происходит фактическое оказание услуг мобильной связи.

Рассмотрим теперь предпосылки модели динамики финансовых показателей деятельности компании-провайдера услуг мобильной связи: горизонт функционирования компании-провайдера в общем случае является бесконечным и разбит на периоды через равноотстоящие промежутки времени, в каждый период времени известен доход компании, количество абонентов на конец периода и расходы на оказание услуг, свою прибыль компания не расходует и не использует для получения дохода.

На основе данных предпосылок предлагается сформулировать математическую модель динамики количества абонентов и прибыли от деятельности мобильного оператора.

Пусть компания-провайдер услуг мобильной связи функционирует на интервале  $1...n...$ . В процессе деятельности компании-провайдера будем считать известными такие параметры, как норма затрат и норма выручки на оказание услуг связи в расчете на одного абонента, а также коэффициенты притока и оттока абонентов и затраты на привлечение одного абонента. Эти параметры являются неизменными в среднесрочном периоде и не зависящими от момента времени  $n$ . Таким образом, в момент  $n$  деятельность компании-провайдера услуг мобильной связи можно описать следующей моделью:

$$r_{n+1} = r_n + \phi \cdot k_{n+1} - \varphi \cdot k_n - \mu \cdot \varepsilon \cdot k_n, \quad (1)$$

$$k_{n+1} = k_n - \omega \cdot k_n + \varepsilon \cdot k_n, \quad (2)$$

где  $k_n$  — количество абонентов мобильного оператора на момент  $n$ ,  $r_n$  — прибыль компании, накопленная к моменту времени  $n$  (термин «накопленная прибыль» употребляется в контексте предпосылки о том, что компания на протяжении всего времени прибыль не расходует и не получает с величины накопленной прибыли доход). Коэффициенты  $\phi$  и  $\varphi$  представляют собой норму дохода и норму затрат на обслуживание одного абонента соответственно, коэффициенты  $\varepsilon$  и  $\omega$  — коэффициенты притока и оттока абонентов и  $\mu$  — затраты на привлечение одного нового абонента.

Рассмотрим уравнение (2). С помощью простейших алгебраических преобразований данное уравнение можно привести к следующему виду:

$$k_{n+1} + (\omega - \varepsilon - 1) \cdot k_n = 0. \quad (3)$$

Соотношение (3) является линейным однородным разностным уравнением [1]. С использованием метода вариации произвольного постоянного [2] можно найти решение данного уравнения, которое выглядит следующим образом:

$$k_n = k_0 (1 - \omega + \varepsilon)^n. \quad (4)$$

Таким образом, используя формулу (4), можно для любого момента времени  $n$  найти то количество абонентов, которое в данный момент имеет подключение к мобильному оператору.

Применим формулу (4) для нахождения решения уравнения (1) относительно показателя накопленной прибыли компании. В результате получим следующее неоднородное линейно-разностное уравнение:

$$r_{n+1} = r_0 + \phi \cdot k_0 \cdot (1 - \omega + \varepsilon)^n - \mu \cdot \varepsilon \cdot k_0 \cdot (1 - \omega + \varepsilon)^n - \omega \cdot k_0 \cdot (1 - \omega + \varepsilon)^n. \quad (5)$$

Данное уравнение предлагается решать с использованием элементов теории функции комплексного переменного [3], в частности с использованием z-преобразований [4]. Опираясь на свойства z-преобразования [5], можно получить следующее решения уравнения (5):

$$r_n = r_0 + k_0 \cdot (\phi - \varphi - \mu \cdot \varepsilon) \cdot \sum_{i=1}^n (1 - \omega + \varepsilon)^i. \quad (6)$$

Это соотношение позволяет для любого момента времени  $n$  рассчитать объем накопленной прибыли компании к данному моменту.

Проведем проверку адекватности модели (1)–(2) с использованием реальной информации публичной отчетности мобильного оператора. Рассмотрим финансовую отчетность компании ОАО «МТС» – одного из крупнейших мобильных операторов в России. Статистическая база для расчетов относится к временному периоду с 2001 по 2007 г. Для расчета параметров модели были использованы следующие данные отчетности за указанный период: показатели выручки, прибыли, количества абонентов, средней выручки от продажи услуг на одного абонента за год (ARPU), значение коэффициента оттока абонентов, а также данные по затратам на привлечение одного нового абонента.

С помощью указанных данных были рассчитаны остальные параметры модели, такие как показатель затрат на оказание услуг одному абоненту за год, и коэффициент при-

тока абонентов. Далее были рассчитаны коэффициенты модели по формуле  $p = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}$ , где  $p$  – значение средней величины параметра  $p_i$ . Таким образом можно получить коэффициенты дохода и затрат на оказание услуг соответственно  $\phi = 178,8$  долл.,  $\varphi = 96,89$  долл.,  $\varepsilon = 64,74\%$  и  $\omega = 4,86\%$  – коэффициенты притока и оттока абонентов и затраты на привлечение одного нового абонента  $\mu = 28,71$  долл.

На основе параметров модели по формуле (4) был проведен расчет прогнозных значений количества абонентов за период с 2002 по 2007 г. (табл. 1).

Таблица 1

**Фактические и прогнозные значения количества абонентов компании ОАО «МТС»**

Годы	Количество абонентов (факт), млн человек	Количество абонентов (прогноз), млн человек	Отклонение прогноза от факта, %
2001	2,65	–	–
2002	6,64	6,77	2,01
2003	16,72	10,82	– 35,23
2004	34,22	17,31	– 49,40
2005	58,19	27,68	– 52,43
2006	72,86	44,25	– 39,26
2007	81,97	70,75	– 13,68

Источник: URL: <http://www.mts.ru> (дата обращения: 24.11.2009).

По сериям, содержащимся в табл. 1, построены графики динамики фактического и прогнозного значений количества абонентов за период с 2001 по 2007 г., которые представлены на рис. 1.

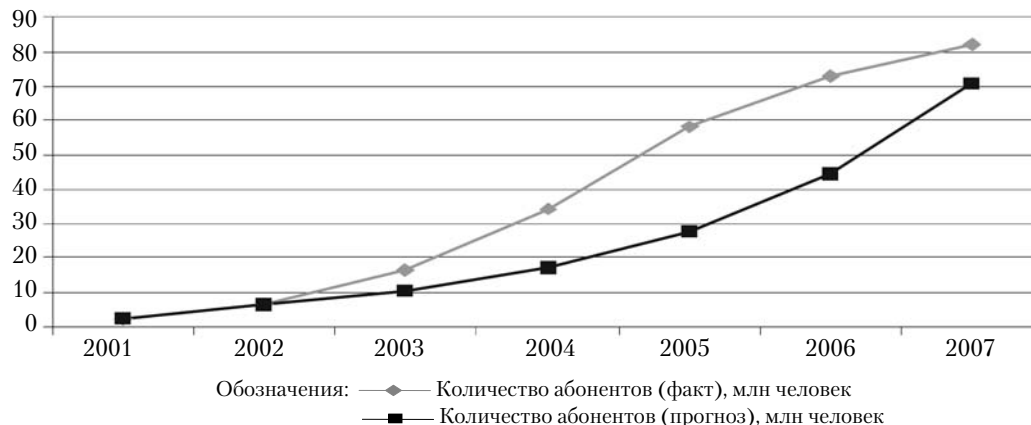


Рис. 1. Динамика фактических и прогнозных значений количества абонентов ОАО «МТС».

Из расчетных данных видно, что, с одной стороны, прогноз не полностью отражает реальную динамику показателя количества абонентов, но, с другой стороны, имеет общий тренд с фактическими данными и также прослеживается тенденция к сближению. Расхождения между фактическими и прогнозными значениями объясняются в большей степени погрешностями в исходных данных для расчетов. Далее с использованием формулы (5) был проведен расчет величины накопленной прибыли компании за аналогичный период. Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Фактические и прогнозные значения величины накопленной прибыли компании ОАО «МТС»**

Годы	Накопленная прибыль (факт), млн долл.	Накопленная прибыль (прогноз), млн долл.	Отклонение прогноза от факта, %
2001	324,1	–	–
2002	464,4	752,98	62,14%
2003	922,6	1009,8	9,45%
2004	1463,5	1420,4	– 2,95%
2005	1632	2076,8	27,25%
2006	2133,7	3126,3	46,52%
2007	2734	4804,1	75,72%
2008	3203,5	7486,7	133,70%

Источник: URL: <http://www.mts.ru> (дата обращения: 24.11.2009).

Аналогично рис. 1 по данным из табл. 2 были построены графики динамики фактического и прогнозного значений величины накопленной прибыли (рис. 2).

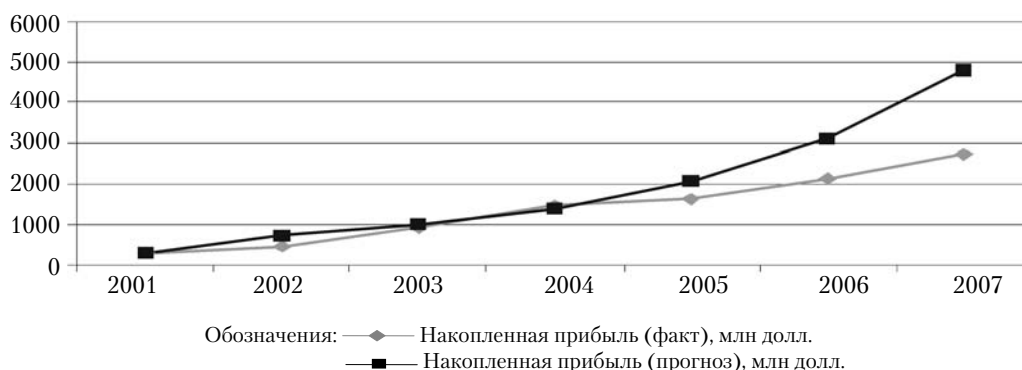


Рис. 2. Динамика фактических и прогнозных значений величины накопленной прибыли ОАО «МТС».

Следует отметить, что расчетные значения накопленной прибыли компании показывают более адекватный прогноз по отношению к фактической информации. Незначительное отклонение прогнозных значений от фактических в конце исследуемого периода можно объяснить тем, что, с одной стороны, темпы роста компании изменились и необходимо производить пересчет коэффициентов модели, а с другой — данный факт связан с наличием погрешности в исходных данных для расчетов.

Таким образом, апробация предложенной модели на реальных статистических данных позволяет сделать заключение о том, что она представляется адекватной для прогнозирования величины накопленной прибыли и абонентской базы компании-провайдера услуг мобильной связи в условиях неизменной конъюнктуры.

Необходимым условием применения описанной выше модели в практической деятельности является наличие более полной и точной информации для проведения расчетов.

Дальнейшее развитие модели может быть осуществлено за счет введения в уравнения дополнительных компонент для более полного отражения реальной ситуации, а также за счет построения новых уравнений на основе информации, значимой для прогнозирования показателей деятельности компаний-провайдеров услуг мобильной связи.

1. *Dötsch G.* Anleitung zum praktischen gebrauch der Laplace-transformation und der z-transformation, dritte Auflage. Wien, 1967. 999 с.

2. *Романко В. К.* Разностные уравнения. СПб., 2006. 130 с.

3. *Старков В. Н.* Теория функции комплексного переменного. СПб., 2000. 190 с.

4. *Лексаченко В. А.* Преобразование Фурье, Лапласа, z-преобразование и линейные стационарные системы. М., 2003. 230 с.

5. *Шабат Б. В.* Введение в комплексный анализ. М.: Наука, 1969. 576 с.

Статья поступила в редакцию 21 января 2010 г.