

**И. В. Гришин**

ведущий специалист аналитической группы, ЧО МРФСС ОАО «Уралсвязьинформ» (Челябинск)

**В. И. Ширяев**

заведующий кафедрой прикладной математики Южно-Уральского государственного университета (Челябинск)

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ РЫНКОВ ИННОВАЦИОННЫХ ТОВАРОВ ПО ГОРОДАМ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ СОТОВОЙ СВЯЗИ)**

### **Введение**

Рынок сотовой связи относительно молод, он динамично развивается в последнее десятилетие, затрагивая широкие слои населения. Отрасль услуг связи по темпу роста является одним из лидеров российской экономики. Эти факторы обуславливают особый интерес к задаче определения емкости данного рынка (Разроев, 1999; Резникова, 2002). Для составления качественных прогнозов и оценок требуется применение методов учитывающих и этапы жизненного цикла продукта, и влияние внешних социально-экономических факторов, и уровень конкуренции. Для описания региональной динамики спроса на услуги и товары нами анализируются модели, основанные на реализации жизненного цикла продукта и описываемые S-образными кривыми. Решению задачи определения емкости рынка посвящены работы Ф. Басса, К. Ван дер Бильда, А. А. Самарского, Э. А. Разроева. В работе (Bass, 1969) была предложена модель Басса для прогнозирования объема продаж, позволяющая учитывать, как развитие рынка во времени, так и факторы, характеризующие внешнее влияние на потенциальных потребителей (например, рекламное воздействие) и интенсивность внутренних коммуникаций (степень общения покупателей между собой). Однако несмотря на то, что смысловая нагрузка была заложена в параметры модели, они не являлись функциями от факторов, способных меняться во времени, отражая изменение рыночной ситуации.

В последующих работах в частности в (Dekimpe, Parkar, Sarvary, 2000; Van der Bulte, 2002) применение модели Басса получило развитие. В частности, были определены параметры модели для разных групп товаров (индустриальные и промышленные) и разных регионов мира. В работе (Talukdar, Sudhir, Ainslie, 2002) были получены оценки зависимости потенциальной емкости рынка и времени, требующегося для достижения уровня насыщения, при условии того или иного уровня экономического развития стран. Так для заданного набора товаров и услуг было установлено, что уровень насыщения емкости рынка в развивающихся странах составляет около 30% от уровня насыщения емкости рынка в развитых странах, и выход на уровень насыщения длится на 18% дольше. Кроме того, исследование показало, что изменение паритета покупательной способности в стране на 1% влечет за собой изменение абсолютной емкости рынка на 0,3%, в то

время как изменение уровня урбанизации на 1% может изменить абсолютную емкость рынка на 0,5%. Заметим, что все эти выводы были получены в результате анализа множества применений модели Басса для различных рынков в различных странах, однако сама модель Басса не изменялась.

В данной работе предлагается модель прогнозирования развития рынка и определения его потенциальной емкости в городах и районах субъекта РФ с учетом уровня благосостояния населения в виде

$$z_i(t) = f(c_i)y(t), \quad (1)$$

где  $z_i(t)$  — текущая емкость рынка в  $i$ -м городе в момент времени  $t$ ;  $c_i = c_i(t)$  — функция, характеризующая уровень благосостояния населения  $i$ -го города в момент времени  $t$ ;  $f(c_i)$  — функция, характеризующая зависимость емкости рынка в  $i$ -м городе от уровня благосостояния населения данного города;  $y(t)$  — функция зависимости емкости регионального рынка от времени.

Для описания уровня благосостояния населения использован интегральный индикатор уровня благосостояния (Айвазян. 2003) с учетом ограниченного набора макроэкономических параметров, менее доступных по городам, нежели по регионам.

### Определение уровня благосостояния населения

В работах С. А. Айвазяна предложена методика оценки интегральных характеристик качества жизни населения регионов России и рейтингования субъектов РФ по каждой из анализируемых синтетических категорий. Методология основана на специальном виде свертках частных (статистически регистрируемых) показателей различных аспектов качества жизни, а также на некоторых методах многокритериального ранжирования. Суть подхода состоит в сравнении субъектов одного уровня иерархии (области, регионы) по индикаторам, отражающим социально-экономическое положение субъектов, и определении качества жизни населения исходя из положения субъекта в полученной классификации.

Под интегральной характеристикой благосостояния населения города (района) понимается специальный вид свертка оценок более частных свойств и критериев анализируемой синтетической категории

$$c = \sum_j^p w_j \tilde{x}^{(j)}, \quad (2)$$

где  $(\tilde{x}^{(1)}, \tilde{x}^{(2)}, \dots, \tilde{x}^{(p)})$  — апостериорный набор унифицированных частных критериев, а  $w_j$  — некоторые «весовые коэффициенты», удовлетворяющие условиям:  $w_j \geq 0, \sum_j^p w_j = 1$ .

Таким образом, построение интегральной характеристики благосостояния населения сводится к задаче определения неизвестного вектора весов  $W = (w_1, w_2, \dots, w_p)$ . При данной постановке задачи неизвестные весовые коэффициенты интегральной характеристики определяются только по фактическим значениям  $(\tilde{x}_i^{(1)}, \tilde{x}_i^{(2)}, \dots, \tilde{x}_i^{(p)})$ , где  $i$  — номер города. Удовлетворительное решение этой задачи можно получить с помощью модифицированной первой главной компоненты набора унифицированных частных критериев.

В рамках поставленной задачи необходимо определить исходный набор показателей, характеризующих благосостояние населения, привести наборы фактических значений показателей к унифицированным  $[0, 1]$  шкалам и выделить

из данного набора наиболее значимые показатели и сформировать на основе последних скалярный индикатор уровня благосостояния.

В качестве исходных данных для анализа благосостояния городов и районов выбирается широкий перечень базовых показателей  $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(n)}$ , всесторонне характеризующий доходы населения, структуру потребления, имущественное неравенство, что позволяет учесть индивидуальные особенности данного субъекта. Однако широкая представительность данных может обернуться отсутствием их фактических измерений по ряду городов и районов. Поэтому, при выборе базовых показателей следует иметь в виду доступность данных, как по достаточному числу городов и районов, так и по временному диапазону (табл.).

Таблица

**Перечень используемых показателей**

№ п/п	Наименование показателя	Единицы измерения	Обозначение в расчетах
1	Население	тыс. чел.	$x_0$
2	Численность ищущих работу граждан	чел.	$x_1$
3	Остатки вкладов физ. лиц на рублевых счетах в отделениях Сбербанка РФ, на начало года	тыс. руб.	$x_2$
4	Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций	руб.	$x_3$
5	Оборот розничной торговли на душу населения	руб.	$x_4$
6	Объем платных услуг на душу населения, в фактически действовавших ценах	руб.	$x_5$
7	Объем промышленной продукции, в фактически действовавших ценах	млн руб.	$x_6$
8	Производство потребит. товаров на душу населения, в фактически действовавших ценах	млн руб.	$x_7$
9	Наличие квартирных телефонных аппаратов, на конец года, на 100 чел.	ед.	$x_8$
10	Число юридических лиц, учтенных в едином гос. регистре предприятий и организаций	ед.	$x_9$

Источником статистической информации являются официальные издания Росстата (Основные социально-экономические... 2004; Социально-экономическое положение... 2003). Показатель «население» является на данном этапе служебным и используется для приведения остальных показателей к удельной шкале, т. е. для расчетов на одного жителя. «Численность ищущих работу граждан» характеризует долю активного населения, потенциально обладающего средствами и расположенного к потреблению. «Остатки вкладов физических лиц на рублевых счетах в отделениях Сбербанка РФ» на начало года характеризуют наличие у населения средств, свободных от приобретения товаров и услуг первой необходимости и удовлетворения насущных потребностей. Как показали расчеты, данный показатель оказался высокосignificant. Показатель «среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций» непосредственно характеризует доходную часть бюджета населения. Показатели «оборот розничной торговли на душу населения» и «объем платных услуг на душу населения» характеризуют объем и интенсивность потребления, что, в частности, должно характеризовать потенциальную возможность потребления и в исследуемой части рынка. «Объем промышленной продукции» и «производство потребительских товаров на душу населения» описывают промышленный потенциал города, который напрямую влияет на благосостояние населения. Показатель «наличие квартирных телефонных аппаратов, на конец года, на 100 чел.» косвенно характеризует уровень благосостояния населения, так как, с одной стороны, установка телефонного аппарата требует определенных затрат, а с другой стороны, растущая абонентская плата за телефон провоцирует спрос на замещающий товар — сотовую связь. Показатель «число юридических лиц, учтенных в едином государст-

венном регистре предприятий и организаций», характеризует предпринимательскую активность населения, которая также способствует росту уровня благосостояния населения.

После приведения значений показателей априорного набора данных к унифицированным шкалам и исследования фактических данных на наличие мультиколлинеарности были получены апостериорные наборы частных критериев  $(\tilde{x}^{(1)}, \tilde{x}^{(2)}, \dots, \tilde{x}^{(p)})$ . По данным 2002 г. в апостериорный набор вошли:  $x_1$  — численность ищущих работу граждан;  $x_2$  — остатки вкладов физических лиц на рублевых счетах в отделениях Сбербанка РФ;  $x_6$  — объем промышленной продукции;  $x_7$  — производство потребительских товаров на душу населения;  $x_9$  — число юридических лиц, учтенных в едином государственном регистре предприятий и организаций. Апостериорный набор частных критериев для 2003 г. отличается от набора 2002 г. отсутствием показателей «среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций» и «объем платных услуг на душу населения» из-за сильной статистической взаимосвязи с другими показателями.

Решение задачи нахождения первой главной компоненты  $\tilde{y}$  набора унифицированных частных критериев  $\tilde{x}^{(1)}, \tilde{x}^{(2)}, \tilde{x}^{(6)}, \tilde{x}^{(7)}, \tilde{x}^{(9)}$  привело к следующему выражению интегрального индикатора уровня благосостояния населения для 2002 г.:

$$c = 0,483\tilde{x}^{(1)} + 0,029\tilde{x}^{(2)} + 0,216\tilde{x}^{(6)} + 0,229\tilde{x}^{(7)} + 0,041\tilde{x}^{(9)}. \quad (3)$$

Из выражения (3) видно, что наибольшее влияние на значения интегрального индикатора уровня благосостояния населения для данных 2002 г. оказывают показатели  $x_1$  — численность ищущих работу граждан,  $x_6$  — объем промышленной продукции, в фактически действовавших ценах,  $x_7$  — производство потребительских товаров на душу населения, в фактически действовавших ценах.

Для данных 2003 г. было получено следующее выражение индикатора уровня благосостояния:

$$c = 0,001\tilde{x}^{(1)} + 0,833\tilde{x}^{(3)} + 0,081\tilde{x}^{(6)} + 0,158\tilde{x}^{(9)}. \quad (4)$$

Для набора данных, доступных в 2003 г., самым значимым параметром оказался критерий  $x_3$  — среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций.

Таким образом, нами был рассчитан индикатор, характеризующий уровень благосостояния населения городов и районов субъекта РФ. Индикатор включает в себя информацию о распределении благосостояния внутри субъекта и, тем самым, учитывает индивидуальные особенности субъекта — структуру потребления, социально-экономическую инфраструктуру, источники доходов населения.

### Модификация логистической модели прогнозирования

Полученные значения индикатора уровня благосостояния для каждого города сопоставлены с фактической емкостью рынка в соответствующие моменты времени (рис.). Для описания развития рынка вдоль оси времени (функция  $y(t)$  в выражении (1)) используется модель логистической кривой (Постан, 1993, Нижегородцев, 2004). Для описания зависимости емкости рынка в разных городах от уровня благосостояния предлагается линейная функция  $f(c_i(t)) = s_1 c_i(t) + s_2$ , где  $s_1, s_2$  — коэффициенты, подлежащие определению.

Таким образом, выражение (1) принимает вид:

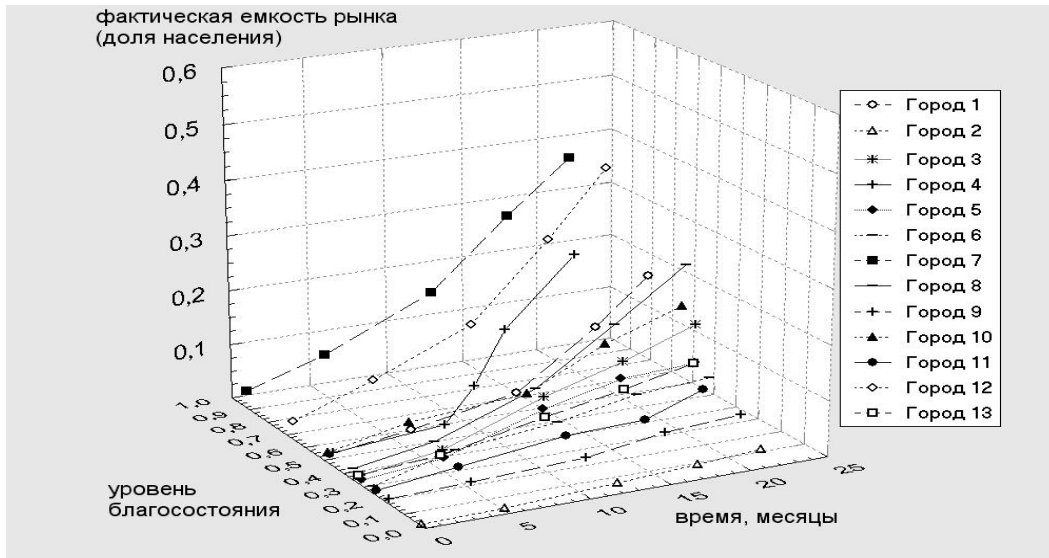


Рис. Зависимость емкости рынка в некоторых городах Челябинской области от времени и уровня благосостояния населения

$$z_i(c_i(t), t) = \frac{s_1 c_i(t) + s_2}{(1 + \exp(-\alpha(t - \beta)))}. \quad (5)$$

Для определения неизвестных коэффициентов  $s_1$ ,  $s_2$  используются  $m \times n$  наборов фактических данных, где  $m$  — количество городов,  $n$  — количество моментов времени по каждому городу, для которых известны и значения интегрального индикатора уровня благосостояния населения, и фактическая емкость рынка. Используя фактические данные по динамике развития рынка, были получены значения искомых коэффициентов:  $s_1 = 1,05$ ;  $s_2 = 0,06$ .

Подставив все найденные параметры в выражение (5), получаем итоговое уравнение, описывающее динамическую зависимость емкости рынка городов Челябинской области от уровня благосостояния их жителей

$$z_i(c_i(t), t) = \frac{1,05c_i(t) + 0,06}{(1 + \exp(-0,15(t - 23)))}. \quad (6)$$

Полученное выражение позволяет оценивать потенциальную емкость рынка в городах и районах Челябинской области, основываясь на распределении благосостояния населения и продолжительности времени с начала предоставления услуг. Из (6) следует, что при изменении значения интегрального индикатора, например, на 10%, потенциальная емкость рынка может увеличиться на 9,4% от исходной величины. В более общей форме — при изменении уровня благосостояния населения в  $\mu$  раз ( $c_i'(t) = \mu c_i(t)$ ) потенциальная емкость рынка  $z_i(t)$  изменится в  $\xi = 1 + \frac{(\mu - 1)c_i(t)}{s_1 c_i(t) + s_2}$  раз.

Описанный метод опробован при определении потенциальной емкости рынка сотовой связи городов и районов Челябинской области. Определена величина изменения емкости рынка в случае изменения уровня благосостояния населения. Однако для городов и районов области непосредственного сопоставления прогноза и факта сделать нельзя по причине отсутствия, либо закрытости информации о количестве абонентов операторов по городам, за исключением, может быть, Москвы и С.-Петербурга. Выходом в данной ситуации может быть

сравнение суммарного прогноза числа абонентов по городам с фактическими данными по всему региону, которые, как правило, доступны. При этом суммарный прогноз по городам следует скорректировать с учетом вклада уровня благосостояния населения данных городов в региональный уровень. Так, при расчете на примере 19 городов Челябинской области, вклад которых в региональный уровень благосостояния составляет 77%, ошибка прогноза числа абонентов на год вперед в регионе составила 16%.

### Источники

*Айвазян С. А.* Анализ синтетических категорий качества жизни населения субъектов Российской Федерации: их измерение, динамика, основные тенденции // Уровень жизни населения регионов России. 2002. № 11. С. 1–38.

*Айвазян С. А.* К методологии измерения синтетических категорий качества жизни населения // Экономика и математические методы. 2003. Т. 39., № 2. С. 33–53, № 3. С. 19–53.

*Блинов А. Б., Гришин И. В., Ширяев В. И.* Определение емкости рынка в городах и районах субъекта РФ // Стратегическое развитие и планирование предприятий. Секция 2. М., 2004. С. 29–31.

*Нижегородцев Р. М.* Логистическое моделирование экономической динамики // Проблемы управления. 2004. № 2.

Основные социально-экономические показатели городов и районов области в 2003 году: Статистический бюллетень. Челябинск: 2004.

*Постан М. Я.* Обобщенная логистическая кривая: ее свойства и оценка параметров // Экономика и мат. методы. 1993. Т. 29. Вып. 2.

*Разроев Э. А.* Маркетинг сотовой связи. М., 1999.

*Резникова Н. П.* Маркетинг в телекоммуникациях. М., 2002.

*Самарский А. А., Михайлов А. П.* Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М., 2001.

*Суринов А. Е.* Доходы населения. Опыт количественных измерений. М., 2000.

Социально-экономическое положение Челябинской области в январе — июне 2003 года: Комплексный доклад. Челябинск: 2003.

Экономика городов и районов Челябинской области: Статистический сборник, Челябинск: 2002. Ч. 1, 2.

*Bass F.* A new product growth model for consumer durables. // Management Sci. 1969. N 15(1). P. 215–227.

*Van der Bulte C.* Want to know how diffusion speed varies across countries and products? Try using a Bass model // PDMA Visions. 2002. N 16(4). P. 12–15.

*Dekimpe M., Parkar P. M., Sarvary M.* Multi-market and global diffusion. New product diffusion models. Boston, MA, 2000.

*Talukdar D., Sudhir K., Ainslie A.* Investigating new product diffusion across products and countries // Marketing Science. 2002. № 21(1). P. 97–114.