

Галин Ринат Романович

младший научный сотрудник

ИСИБ ТУСУР

г. Томск, Томская область

Антонова Анастасия Юрьевна

магистрант каф. экономики

ЭФ ТУСУР

г. Томск, Томская область

Щербаков Василий Николаевич

магистрант кафедры автоматизированной обработки информации

ФСУ ТУСУР

г. Томск, Томская область

Математическое моделирование финансовых результатов на рынке услуг связи

***Аннотация:** в экономически развитых странах все большее распространение получает использование формализованных моделей управления финансами. Степень формализации находится в прямой зависимости от размеров предприятия: чем крупнее фирма, тем в большей степени ее руководство может и должно использовать формализованные подходы в финансовой политике. Объектом исследования являются услуги ISDN и ADSL.*

Для создания адекватной модели, помимо знания физических основ оказания данной услуги и технических характеристик, необходимо достаточно глубокое изучение экономических факторов, влияющих на стоимость услуги. В качестве базы для моделирования были предоставлены данные о результатах работы предприятия: затраты, существующие тарифы – полный отчет о проведенных статистических данных [2].

Спрос определяется способностью потреблять традиционные услуги связи и в определенной степени генерировать потребность в новых. Спрос и предложение

складываются под воздействием множества факторов, которые, взаимодействуя, формируют закономерности развития рынка услуг связи и его конъюнктуру.

Проблема прогнозирования, вследствие быстрых, порой плохо предсказуемых изменений внешней среды, за последнее десятилетие стала особенно сложной. С учетом этих трудностей и критичности ошибок в прогнозах некоторые специалисты были вынуждены заговорить о тщетности прогнозирования. На самом деле прогнозирование – это обязанность, которую в явной или неявной форме неизбежно должны выполнять все фирмы [2].

В данной статье рассмотрена одна из основных задач для руководящего состава и маркетинговой службы – прогнозирование финансового положения деятельности коммерческой организации. Применение методов экономического прогнозирования IP-услуг необходимо также для оптимизации инвестиций, тарифной политики, позиционирования на рынке в условиях роста продаж, насыщения и последующего спада [5].

Услуга ADSL является конкурентной услугой, поэтому при математическом моделировании необходимо учитывать влияние конкурентов, а также нужно оценить занимаемую ими долю сегментов рынка. В разные периоды времени изменение затрат может меняться и это неизбежно. На начальном периоде, когда только услуга начинает выходить на рынок телекоммуникаций необходимо выделять большую долю денег на закупку нового дорогостоящего оборудования, с учетом того, чтобы данное оборудование в будущем хотя бы не устарело за свой амортизационный срок. А также требуется выделить деньги на начало рекламной компании.

Наиболее гибким инструментом прогнозирования представляется математическая модель на основе балансных дифференциальных уравнений, которая позволяет анализировать поведение во времени сразу нескольких величин. Так для рынка телекоммуникационных услуг это прибыль и количество абонентов у основного оператора и его конкурентов [1].

Использование таких программных продуктов компьютерной математики, как Mathcad, Matlab, позволяют решать достаточно сложные системы

нелинейных дифференциальных уравнений. Это дает возможность учитывать влияние на бизнес – процессы многих параметров и создавать модели с учетом максимального количества существующих условий реальной ситуации.

Для обоснования перспективности работы в этом направлении и прогнозирования на несколько лет вперед была разработана общая модель (1 – 4) конкурентной услуги. Общая система дифференциальных уравнений первого порядка для услуги ADSL имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dn_1(t)}{dt} := W_{01} \cdot n_0(t) - W_{01} \cdot n_1(t) - W_{10} \cdot n_1(t) + W_{21} \cdot n_2(t) - W_{12} \cdot n_1(t) \\ \frac{dn_2(t)}{dt} := W_{02} \cdot n_0(t) - W_{02} \cdot n_2(t) - W_{20} \cdot n_2(t) + W_{12} \cdot n_1(t) - W_{21} \cdot n_2(t) \\ \frac{dP_1(t)}{dt} := d_1 \cdot n_1(t) - R_{s1} - R_{i\acute{a}1} - R_{\delta 1} \\ \frac{dP_2(t)}{dt} := d_2 \cdot n_2(t) - R_{s2} - R_{i\acute{a}2} - R_{\delta 2} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} (1) \\ (2) \\ (3) \\ (4) \end{array}$$

Поясню введенные коэффициенты в данной системе:

n_0 – количество потенциальных абонентов на сегодняшний день, т.е. те, у кого есть компьютер;

n_1 – количество абонентов предприятия для услуг ADSL;

W_{01}, W_{02} – доля абонентов, прекративших получать услугу, независимо от ее содержания;

W_{12}, W_{21} – вероятности перехода клиентов от предприятия к конкурентам и от конкурентов к предприятию соответственно.

Коэффициенты W зависят, во–первых, от эффективности маркетинговых усилий фирм, а во–вторых, от нестабильности пристрастий пользователей, так как всегда существует некоторое количество потенциальных абонентов, относящихся к категории «ищущих».

P – прибыль;

$n(t) \cdot d$ – это доход, полученный за время t от n абонентов при среднем доходе от одного равном d ;

$R_s, R_{об}, R_p$ – расходы за время t на оплату труда, оборудования и рекламу соответственно.

Рассмотрим коэффициенты подробнее:

$$W_{01} := W_{01}^0 + y_n \cdot n_1 + y_p \cdot R_{p1} + \xi_T \cdot P_{TCP1} \cdot \left(1 - \frac{P_{T1}}{2 \cdot P_{TCP1}}\right) \quad (5)$$

$$W_{02} := W_{02}^0 + y_n \cdot n_2 + y_p \cdot R_{p2} + \xi_T \cdot P_{TCP2} \cdot \left(1 - \frac{P_{T2}}{2 \cdot P_{TCP2}}\right) \quad (6)$$

$$W_{10} := W_{10}^0 + y_{об} \cdot P_{срoб1} \cdot \left(1 - \frac{P_{об1}}{2 \cdot P_{срoб1}}\right) + \xi_T \cdot P_{T1} \quad (7)$$

$$W_{20} := W_{20}^0 + y_{об} \cdot P_{срoб2} \cdot \left(1 - \frac{P_{об2}}{2 \cdot P_{срoб2}}\right) + \xi_T \cdot P_{T2} \quad (8)$$

$$W_{12} := \gamma_n \cdot n_2 + \gamma_{\delta} \cdot R_{\delta 2} + \gamma_{\hat{a}} \cdot R_{\hat{a} 2} + \xi_{\delta} \cdot (P_{\delta 1} - D_{\delta 2}) \quad (9)$$

$$W_{21} := \gamma_n \cdot n_1 + \gamma_{\delta} \cdot R_{\delta 1} + \gamma_{\hat{a}} \cdot R_{\hat{a} 1} + \xi_{\delta} \cdot (P_{\delta 2} - D_{\delta 1}) \quad (10)$$

$$R_{s1} = R_{s01} + \alpha_s n_1 \quad (11)$$

$$R_{об1} = R_{оо1} + \alpha_{об} n_1 \quad (12)$$

$$R_{p1} = R_{pо1} + \beta_p P_1, P_1 > 0 \quad (13)$$

$$R_{s2} = R_{s02} + \alpha_s n_2 \quad (14)$$

$$R_{об2} = R_{оо2} + \alpha_{об} n_2 \quad (15)$$

$$R_{p2} = R_{pо2} + \beta_p P_2, P_2 > 0 \quad (16)$$

W_{01}^0, W_{02}^0 – доля абонентов, прекративших получать услугу, независимо от ее содержания. Это случайные люди, абоненты, сменившие место жительства.

W_{10}^0, W_{20}^0 – доля абонентов, приходящих к оператору за услугой независимо от внешних факторов (реклама и др.).

$\gamma_n \cdot n_1, \gamma_n \cdot n_2$ – количество абонентов «неявной» рекламы (информация от соседей, знакомых) для анализируемого и конкурентного предприятия, и зависит от числа абонентов, уже получающих услугу.

$\gamma_p R_{p1}, \gamma_p R_{p2}$ – количество абонентов «явной» рекламы для анализируемого и конкурентного предприятия.

γ_n и γ_p – постоянные коэффициенты.

$R_{обср1}, R_{обср2}$ – константы, отражающие средний уровень затрат на оборудование за выбранную единицу времени для анализируемого и конкурентного предприятия.

β_p – коэффициент, зависящий от влияния таких факторов как реклама, изменение тарифов, информация, получаемая потенциальными абонентами от реально существующих,

$P_{Тср1}, P_{Тср2}$ – средний тариф для анализируемого и конкурентного предприятия.

Расходы в (11) – (16) содержат постоянную часть, независящую от объема услуг и прибыли и переменную, когда с ростом абонентов линейно растут расходы на обслуживающий персонал и оборудование, а объем получаемой прибыли позволяет увеличить расходы на рекламу.

Самым важным параметром в этих уравнениях, а, стало быть, в моделируемой системе является коэффициент β_p – эффективность маркетинговых мероприятий. Данный коэффициент невозможно определить теоретически, так как нет зависимостей, описывающих изменения затрат на рекламу, тарифов, качества во времени (это и есть политика предприятия), хотя есть зависимости спроса от этих параметров. Поэтому β определяется из статистических данных, то есть из накопленного опыта предприятия.

На первом этапе моделирования упростим задачу. Расчет коэффициентов приведем для анализируемого предприятия. А затем поставим анализируемое

предприятие и конкурентов в равные условия, то есть тарифы, расходы на рекламу, оборудование и заработную плату будем считать одинаковыми. После чего можно посмотреть результаты работы при изменении таких показателей, как затраты на рекламу и оборудование, повышение–понижение тарифов, не меняя этих параметров у конкурентов.

Рассмотрим уравнения (1) и (3) – количество абонентов и прибыль анализируемого предприятия.

Подставляя (5), (7), (11), (12), (13) в (1) и (3) и для простоты расчетов не будем расписывать W_{12} и W_{21} , получим систему нелинейных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dn_1}{dt} = A_0 n_0 + \Gamma n_1 - \Delta_2 n_1^2 + \Delta_{np} n_0 P - \Delta_{np} n_1 P + W_{21} n_2 - W_{21} n_1 \\ \frac{dP}{dt} = -R_0 + D_1 n_1 - \beta_p P \end{cases} \quad (17)$$

где

$$A_0 = W_{01}^0 + \gamma_p R_{p0}, \quad (18)$$

$$\Gamma = \gamma_n \Pi_0 - (W_{10}^0 + W_{01}^0) - \zeta_s R_{s0} - \gamma_p R_{p0} - \zeta_r P_{r.c.p.}, \quad (19)$$

$$\Delta_2 = \zeta_s \alpha_s + \gamma_n, \quad (20)$$

$$\Delta_{np} = \gamma_p \beta_p, \quad (21)$$

$$R_0 = R_{s0} + R_{o0} + R_{p0} \quad (22)$$

$$D_1 = d_{cp} - \alpha_s - \alpha_{об} \quad (23)$$

Прежде чем решать систему (17) численно, найдем аналитическое решение для линейного случая, когда $\beta_p = 0$ (затраты на рекламу не зависят от прибыли) и $\Delta_2 = 0$ (качество услуги не влияет на количество абонентов, прекративших получать услугу и неявной рекламой можно пренебречь). Это позволит качественно оценить пригодность модели и выбрать диапазон изменения коэффициентов. Подставляя $\beta_p = 0$ и $\Delta_2 = 0$ в (17) и задавая начальные условия

$$n_1 = 0 \quad t = 0 \quad (24)$$

$$n_1 = n_{np} \quad t = t_{np},$$

$$\text{получим } n_1 = n_{np} \frac{e^{\Gamma t} - 1}{e^{\Gamma t_{np}} - 1} \quad (25)$$

$$P = \left(\frac{D_1 \Pi_{np}}{1 - e^{\Gamma t_{np}}} - R_0 \right) t + \frac{D_1 \Pi_{np}}{\Gamma} \frac{1 - e^{\Gamma t}}{1 - e^{\Gamma t_{np}}} \quad (26)$$

Оценка полученных аналитических решений дает следующие результаты:

- решение имеет физический смысл при условии $\Gamma < 0$, что обычно выполняется, так как прирост абонентов из-за рекламы ($\gamma_n \Pi_0$) обычно не превышает другие факторы,

- при выбранных начальных условиях значение числа абонентов в промежуточный момент времени берется из эксперимента (статистика оператора связи). При этом типичная зависимость развития абонентской базы приведена на рис.1, где есть фазы линейного роста и насыщения. Крутизна кривой и скорость насыщения определяются коэффициентом Γ . Модель не содержит фазы деградации услуги.

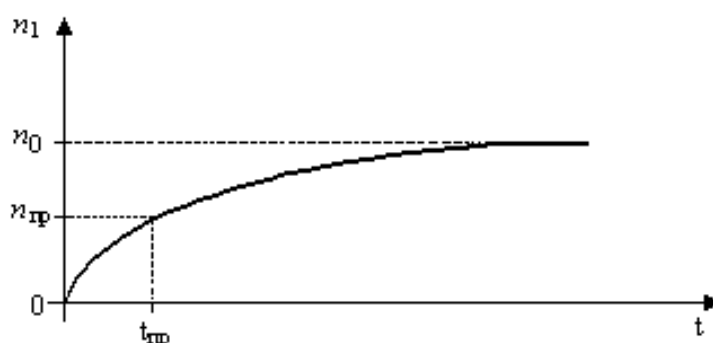


Рис. 1. Развитие абонентской базы

Зависимость развития абонентской базы состоит двух фаз – фазы роста по экспоненте и фазы насыщения. Увеличение численности потенциальных абонентов проявляется в увеличении прибыли и более быстром её нарастании. Поведение прибыли нарастающим итогом приведено на рисунке 2.

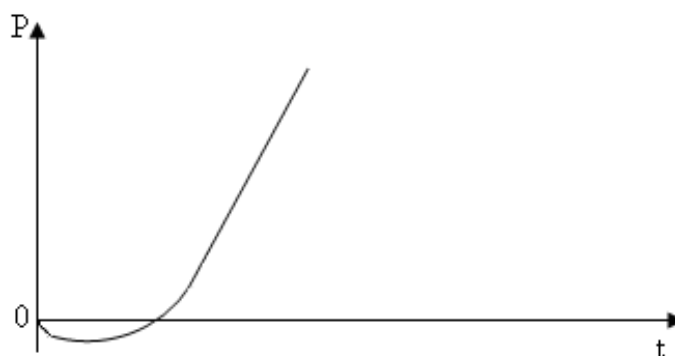


Рис. 2. Динамика нарастания прибыли

По мере того как нарастает абонентская база, доходы начинают превалировать над расходами, крутизна нарастания прибыли увеличивается.

Приведенные на рисунке 3 графики описывают изменение количества клиентов у операторов во времени при неизменной совокупной эффективности всех маркетинговых мероприятий.

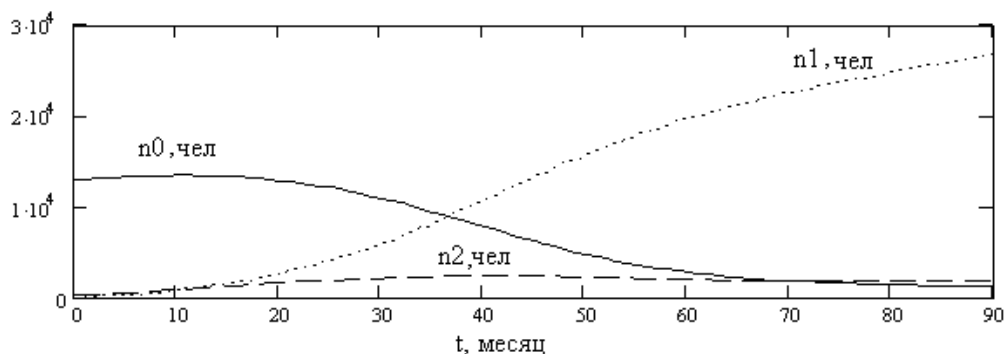


Рис. 3. Изменение количества абонентов во времени.

В результате работы были реализованы модель для услуги ADSL, основанные на системе дифференциальных уравнений первого порядка.

Важным является то, что разработанная модель не строго привязана к конкретной услуге. При некоторых дополнениях и уточнениях она может применяться для описания других услуг в отрасли связи.

Список литературы

1. Брыскин В.В. Математические модели маркетинга. – Н.: ВО «НАУКА», 1992.
2. Варфоломеев В. И. Алгоритмическое моделирование элементов экономических процессов: практикум. Учебное пособие – М.: Финансы и статистика, 2000. – 210 с.
3. Голубков Е.П. Маркетинговые исследования: теория, методология и практика. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финпресс. – 2000. – 464 с.
4. Перспективы развития телекоммуникационного комплекса России до 2015 года: Труды МАС / Варакин Л. Е., Москвитин В. Д. – М., 2002 г.
5. Резникова Н. П. Маркетинг в телекоммуникациях. Второе издание, переработанное и дополненное – М.: Эко-Трендз, 2002 г.
6. Сафонова Л.А., Кожевникова А.В. Оценка приоритетных направлений развития телекоммуникационной инфраструктуры регионов. Новосибирск. Изд-во СибГУТИ. 2003 г.