

ПЛАНИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ТОВАРА НА ЭТАПЕ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ПРОДУКТОВЫХ ИННОВАЦИЙ

Предлагается новый метод прогнозирования динамики спроса инновационного товара. В работе учитываются последние исследования отечественных и зарубежных ученых в теории диффузии инноваций, теории жизненного цикла товара, управления продажами, теории распространения информации. В работе предложены и обоснованы концептуальные положения управления процессом коммерциализации инновационного товара. В основе положений лежит выделение этапов реализации инновационного товара в соответствии с поступлением информации к потенциальным покупателям. Разработан методический подход к прогнозированию динамики реализации инновационного товара с учетом этапов принятия решения о покупке потенциальным покупателем, обусловленных особенностями коммерциализации результатов инновационной деятельности. Предложен методический подход к расчету емкости рынка (количество потенциальных покупателей) инновационного товара в зависимости от динамики изменения его цены и с учетом этапов принятия решения о покупке потенциальными покупателями. Разработан метод определения спроса на инновационный товар в соответствии с информационным обеспечением потенциальных покупателей. Предложенный методический инструментарий для прогнозирования динамики спроса на инновационный товар, позволяет уменьшить ошибки прогноза динамики объема реализации инновационного товара и, следовательно, уменьшить затраты, связанные с переоценкой или недооценкой спроса.

Ключевые слова: реализация инновационного товара, продуктовые инновации, коммерциализация инноваций, планирование.

Актуальность темы исследования

Экономический рост России в настоящее время связан с реализацией модели инновационного развития. Особо важным этапом в инновационном процессе является этап коммерциализации. Реальный экономический эффект инновации часто снижается именно на этом этапе. Как показывает опыт развитых стран, в инновационном развитии большую роль играют предприятия малого и среднего бизнеса. Большую роль в конкурентной борьбе этих предприятий занимает постоянное воспроизводство инноваций. Понятно, что успешное развитие малого и среднего бизнеса должно быть обусловлено серьезными институциональными преобразованиями, среди которых и налоговая политика, и законода-

тельство, и кредитные механизмы. Однако даже при трудно представляемом идеальном институциональном обеспечении производственная деятельность в условиях конкуренции должна базироваться на современных методах планирования, прогнозирования и коммерциализации инноваций.

¹ *Баев Игорь Александрович* – доктор экономических наук, профессор кафедры экономика и финансов, декан факультета экономики и управления Южно-Уральского государственного университета (НИУ), г. Челябинск, Россия (454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76); e-mail: baev@econom.susu.ac.ru.

Дрозин Дмитрий Александрович – старший преподаватель кафедры прикладной математики Южно-Уральского государственного университета (НИУ), г. Челябинск, Россия (454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76); e-mail: drozin2005@mail.ru.

Под инновационной деятельностью мы понимаем вид деятельности, связанный с трансформацией идей (обычно результатов научных исследований и разработок, либо иных научно-технических достижений) в новый или усовершенствованный продукт, внедренный на рынке, в новый или усовершенствованный технологический процесс, использованный в практической деятельности, либо новый подход к социальным услугам. Под инновационным товаром понимаем результат инновационной деятельности, обладающий уникальными характеристиками, распространение информации о которых имеет свою особую динамику на рынке товаров и услуг.

Динамика реализации инновационного товара в настоящее время рассматривается в рамках следующих теорий: теория диффузии инноваций; теория жизненного цикла товара; управление продажами и теория распространение информации о товаре.

Основы теории диффузии инноваций [1] заложил Э. Роджерс [2]. Под диффузией инноваций понимается процесс, в ходе которого с течением времени инновация распространяется по определенным каналам среди членов социальной системы. Теория диффузии инноваций основана, во-первых, на работах Габриэля Тарда [3], предложившего теорию S-образной кривой; во-вторых, на социально-когнитивной теории [4, 5]. Дальнейшим развитием моделирования процесса распространения инноваций можно считать построение математических моделей, приведенной в работе Басса [6, 7].

Вопросы, связанные с динамикой продаж инновационного товара, также рассматриваются в работах о жизненном цикле товара. Ф. Котлер рассматривает жизненный цикл товарных категорий [8], торговых марок, разновидностей товаров и непосредственно товара определенного вида. Жизненный цикл товара определенного вида представлен в виде куполообразной кривой. На основе ее выведена А. Голдманом и Э. Мюллером качественная модель [9] жизненного

цикла товара. Данная модель используется для прогнозирования продаж «молодого товара» [10], на примере данных нефтедобычи [11] прогнозируется добыча нефти.

Динамика продаж инновационного товара может также рассматриваться в работах, посвященных управлением продаж товара. Так, например, в работе [12] предлагается распределять новый товар между рынками так, чтобы суммарные реализационные издержки были минимальными. В работе [13] предложено оптимизировать цены на инновационный товар в период времени, когда фирма-новатор еще является монополистом и конкуренты пока еще не выпустили аналогичный товар. В работе [14] решается задача планирования продаж и закупок торгового-закупочного предприятия. В работе [15] ставится задача максимизации объема выручки розничного магазина за счет оптимального управления ценой через эластичность спроса. В работе [16] рассматривается качественная модель «шесть вопросов» (Six Ws: who?, what?, when?, where?, why?, in what way?), призванная определить поле деятельности торговой фирмы перед началом реализации нового товара.

Динамика спроса на инновационный товар может рассматриваться в работах, посвященных теории распространения информации. В работе [17] рассматривается общая схема к описанию распространения информации. Из исследования, проведенного транснациональной аналитической компанией Nielsen о доверии потребителей к рекламе [18], следует, что доверие потребителей к информации «из уст в уста» всегда значительно выше, чем к другим источникам информации. В работе [19] строится математическая модель эффективности воздействия рекламы на продажи с учетом эффекта «надоедания» рекламы. В работе [20] строится математическая модель распространения информации с учетом ее старения.

Полагаем, что требования к методическому инструментарию решения задач планирования и управления реализацией

инновационного товара в настоящее время сводятся к следующему:

- раскрытие особенностей инновационного товара в контексте формирования спроса на него;
- определение и применение показателей динамики распространения информации среди потенциальных покупателей инновационного товара;
- учет этапов принятия решения о покупке потенциальными покупателями при формировании динамики спроса инновационного товара;
- использование динамики изменения спроса на инновационный товар в планировании производства.

Однако многие положения теории диффузии инноваций, теории жизненного цикла товара, управления продажами и распространения информации не соответствуют в полной мере поставленным требованиям. В связи с этим возникает необходимость совершенствования методического инструментария, который бы удовлетворял поставленным выше требованиям.

Авторами был разработан ряд методических подходов, экономико-математическая модель [21–25] и программное обеспечение, учитывающее особенности реализации инновационного товара, позволяющее прогнозировать динамику спроса инновационного товара.

Прогнозирование динамики реализации инновационного товара с учетом этапов принятия решения о покупке потенциальным покупателем

Процесс продаж инновационного товара обладает рядом существенных особенностей. В первый момент поступления инновационного товара на рынок сведениями о нем обладает малая группа потенциальных покупателей. Важное значение принимает время принятия решения о покупке инновационного товара. Рассматривается инновационный товар, который приобретается покупателем один раз за весь жизненный

цикл товара. В этой связи учитывается «выбывание» субъектов (потенциальных покупателей), обеспечивающих спрос в процессе наполнения рынка товаром. Учтен ряд особенностей распространения информации об инновационном товаре, связанных с изменением его цены.

В основе исследуемой динамики спроса находится процесс распространения сведений об инновационном товаре и соответствующие реакции потенциальных покупателей. Выделены четыре этапа в рамках рассматриваемого подхода. На первом этапе потенциальный покупатель получает сведения об инновационном товаре либо через СМИ, либо через межличностное общение. На втором этапе потенциальный покупатель оценивает возможность его покупки в зависимости от платежеспособности. На третьем этапе потенциальный покупатель принимает решение о покупке товара, которое зависит от его психологического типа и описывается как некоторое запаздывание от момента определения возможности покупки инновационного товара до момента его покупки [25]. На четвертом этапе потенциальный покупатель приобретает инновационный товар.

На основе этапов принятия решения о покупке потенциальными покупателями формируются этапы жизненного цикла инновационного товара, определяющие в конечном итоге динамику объема его реализации [21–22]. Количество покупок инновационного товара к заданному моменту времени T определяется выражением

$$M(T) = \iint_{D(T)} \phi(t) \cdot \chi(P) \cdot f(\tau) dt d\tau, \quad (1)$$

где $M(T)$ – количество покупок инновационного товара к заданному моменту времени T ; $D(T)$ – область продаж, заключенная между осями t – время и τ – запаздывание и прямой $\tau = T - t$; $\phi(t)$ – число потенциальных покупателей, получающих сведения о новом товаре в единицу времени; $\chi(P)$ – доля потенциальных покупателей, облада-

ющих сведениями о новом товаре и готовым купить его по текущей цене или ниже; $f(\tau)$ – доля потенциальных покупателей, которые купят товар через время τ после того, как получат сведения о нем.

На рис. 1 по горизонтальной оси откладываются периоды времени (например недели), начиная с первого момента выпуска инновационного товара на рынок. В каждый период некоторое количество потенциальных покупателей получает сведения об инновационном товаре. Из этого количества выделяется доля потенциальных покупателей, которые готовы приобрести товар по текущей цене. Однако не все эти потенциальные покупатели в этот же период времени совершат покупку. По вертикальной оси откладывается время (запаздывание) на принятие решения о покупке товара.

Так, в первый период времени, когда потенциальные покупатели получили сведения об инновационном товаре, не все они в тот же период времени совершат покупку. Приобретут товар только $M(1,0)$ количество потенциальных покупателей, во второй период

времени совершат покупку инновационного товара из тех потенциальных покупателей, которые получили сведения о нем в первый период, только $M(1,1)$ количество потенциальных покупателей и т.д. вплоть до заданного периода времени. Надо заметить, что данный процесс происходит в каждый период времени. Адекватность разработанной модели (1) подтверждена на данных жизненного цикла спроса инновационных товаров сотового телефона Nokia E71.

Емкость рынка инновационного товара в зависимости от порядка изменений сведений о нем у потенциальных покупателей

Во время распространения информации об инновационном товаре происходит увеличение числа потенциальных покупателей и одновременное уменьшение количества потенциальных покупателей за счет тех, которые уже совершили покупку. Поэтому было бы ошибочным считать структуру спроса однородной на всем временном участке распространения информации.

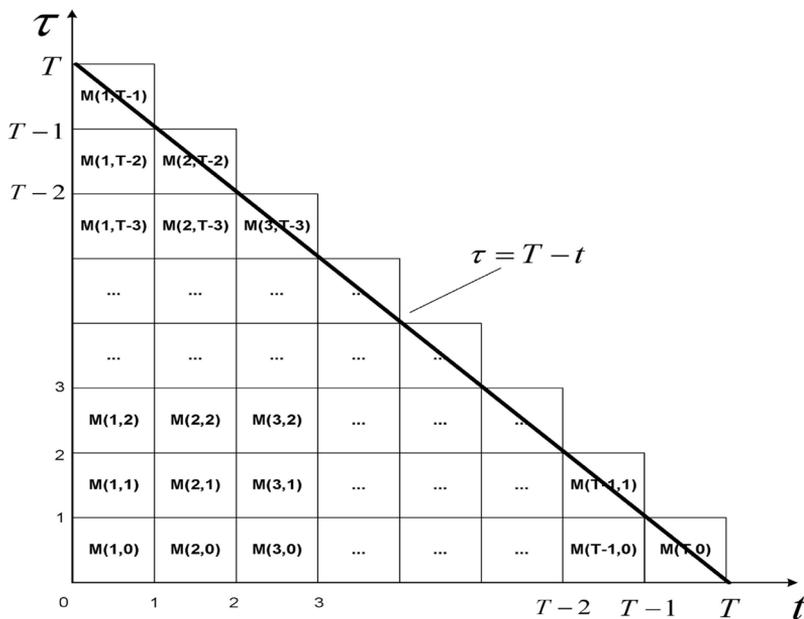


Рис. 1. Схема продаж (в квадратах отмечается количество продаж $M(t, \tau)$)

Процесс распространения информации о новом товаре среди потенциальных покупателей является многостадийным.

В начальный момент выпуска t_0 инновационного товара на рынок количество потенциальных покупателей составляет \bar{N} . В момент времени t_0 в продажу поступил инновационный товар по цене P_1 и с начала $t_0 + 1$ начата рекламная кампания по его распространению. Через какое-то время, в момент времени t_1 , цену товара изменяют с P_1 на P_2 , и СМИ распространяют информацию о товаре по новой цене. В момент времени t_2 произойдет следующее изменение цены с P_2 на P_3 и т.д.

С экономической точки зрения, вариативность цен объясняется следующим. При распространении информации об инновационном товаре в краткосрочной перспективе растет число потенциальных покупателей и спрос опережает предложение, в результате равновесная цена на товар возрастает. Так происходит до какого-то момента времени, связанного с удовлетворением спроса. В долгосрочной перспективе спрос на товар начинает снижаться, т. к. часть покупателей его приобрела, а другая отказалась от его покупки из-за изменения потребительских ожиданий: они планировали купить его по более низкой цене. В результате в долгосрочной перспективе цена на инновационный товар идет вниз.

При первом появлении нового товара на рынке в момент времени t_0 информация о нем распространяется: посредством рекламы через СМИ и путем передачи информации от одних покупателей другим. Скорость распространения информации определяется уравнением

$$\frac{dN_1(t)}{dt} = (\alpha + \beta \cdot n_1(t)) \cdot N_0(t), \quad (2)$$

где $N_1(t)$ – число потенциальных покупателей, которые к моменту времени t получили информацию об инновационном товаре по цене P_1 ; $n_1(t)$ – число потенциальных покупателей, обладающих информацией о

товаре по цене P_1 и распространяющих ее. В данном случае $n_1(t) = N_1(t)$. Здесь $N_0(t)$ – число потенциальных покупателей, не обладающих никакой информацией о товаре к моменту времени t . В данном случае $N_0(t) = \bar{N} - N_1(t)$. Так как до момента времени t_0 (момент первого выпуска инновационного товара на рынок) о товаре никто не обладал никакими сведениями, то начальным условием уравнения (2) является соотношение $N_1(t_0) = 0$.

Образуются два подмножества потенциальных покупателей (рис. 2, а): подмножество $\{1\}$ – с количеством $N_1(t)$ потенциальных покупателей, которые к моменту времени t обладают сведениями о товаре по цене P_1 , и подмножество $\{0\}$ с количеством $N_0(t)$ потенциальных покупателей, которые не обладают никакими сведениями о товаре. При этом $N_1(t) + N_0(t) = \bar{N}$. К моменту времени t_1 (перед изменением цены товара) эти подмножества будут заключать в себе $N_1(t_1)$ и $N_0(t_1)$ потенциальных покупателей соответственно.

Второй этап распространения информации об инновационном товаре характеризуется изменением цены на него (с P_1 на P_2). Через СМИ распространяется информация об инновационном товаре по цене P_2 . Эта информация распространяется как среди потенциальных покупателей, которые не обладают никакими сведениями о товаре, так и среди тех потенциальных покупателей, которые обладают сведениями о нем, но по цене P_1 . Причем потенциальные покупатели, обладающие сведениями о товаре по цене P_1 , будут распространять уже ложные сведения о цене товара.

В результате каждое из подмножеств $\{0\}$ и $\{1\}$ первого этапа разобьется на новые подмножества (рис. 2, б). Подмножество $\{0\}$ после момента времени t_1 разобьется на три новых подмножества:

- подмножество $\{0;0\}$ потенциальных покупателей, которые в первый $(t_0; t_1]$ и второй $(t_1; t_2]$ периоды времени о товаре не имеют никаких сведений;

- подмножество $\{0;1\}$ потенциальных покупателей, которые в первый период времени о товаре не обладали никакими сведениями, а во второй период времени получили сведения о товаре, но по ложной цене P_1 ;
- подмножество $\{0;2\}$ потенциальных покупателей, которые в первый период времени не обладали никакими сведениями о товаре, а во второй период времени получили информацию о товаре по действующей цене P_1 .
- подмножество $\{1;2\}$ потенциальных покупателей, которые в первый период времени получили информацию о товаре по действующей в то время, цене P_1 , а во второй период времени получили информацию об изменении цены на товар с P_1 на P_2 .

Подмножество $\{1\}$ после момента времени t_1 разобьется на два новых подмножества:

- подмножество $\{1;1\}$ потенциальных покупателей, которые в первый период времени получили информацию о товаре по действующей в то время, цене P_1 , а во второй период времени не получили информацию об изменении цены товара;
- подмножество $\{1;2\}$ потенциальных покупателей, которые в первый период времени получили информацию о товаре по действующей в то время, цене P_2 . В рассматриваемый период времени $n_2(t) = N_{0,2}(t) + N_{1,2}(t)$. Начальным условием уравнения (3) является соотношение $N_{0,2}(t_1) = 0$. Подмножество $\{0;2\}$ может увеличиваться только за счет подмножеств

Закон изменения количества потенциальных покупателей $N_{0,2}(t)$ в подмножестве $\{0;2\}$ определяется соотношением

$$\frac{dN_{0,2}(t)}{dt} = (\alpha + \beta \cdot n_2(t)) \times (N_{0,0}(t) + N_{0,1}(t)), \quad (3)$$

где $n_2(t)$ – число потенциальных покупателей – носителей информации о товаре по цене P_2 . В рассматриваемый период времени $n_2(t) = N_{0,2}(t) + N_{1,2}(t)$. Начальным условием уравнения (3) является соотношение $N_{0,2}(t_1) = 0$. Подмножество $\{0;2\}$ может увеличиваться только за счет подмножеств

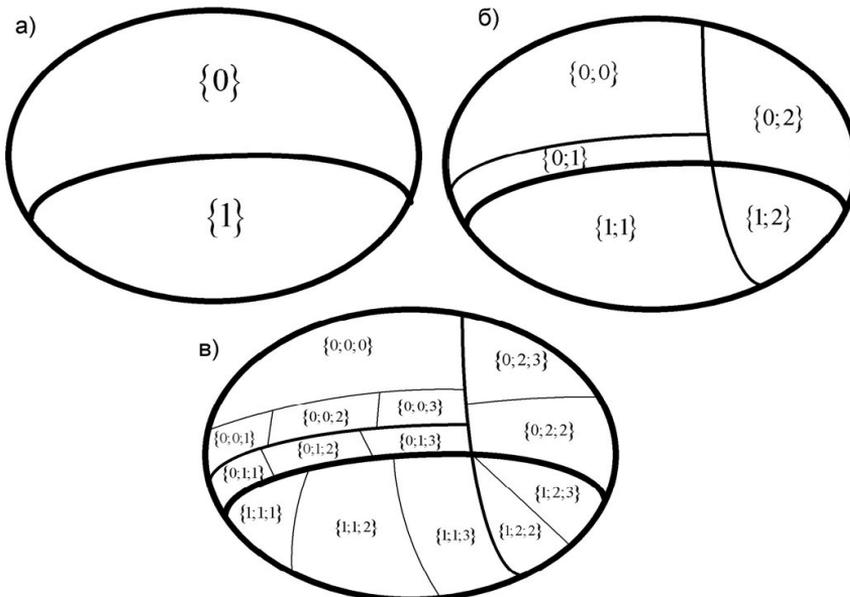


Рис. 2. Первый этап (а), второй этап (б) и третий этап (в) распространения информации об инновационном товаре

$\{0;0\}$ и $\{0;1\}$. Считаем, что актуальная информация отменяет ложные сведения. Если даже в рассматриваемый период времени $t \in (t_1; t_2]$ потенциальные покупатели и получили сведения, что товар стоит P_1 (ложная цена), а после получили информацию, что товар стоит P_2 , то окончательно они будут считать, что товар стоит P_2 , и подмножество $\{0;1\}$ будет убывать за счет подмножества $\{0;2\}$.

Изменение количества потенциальных покупателей $N_{1;2}(t)$ в подмножестве $\{1;2\}$ происходит за счет подмножества $\{1;1\}$:

$$\frac{dN_{1;2}(t)}{dt} = (\alpha + \beta \cdot n_2(t)) \cdot N_{1;1}(t). \quad (4)$$

Подмножество $\{1;2\}$ может увеличиваться только за счет подмножества $\{1;1\}$, поэтому вторым сомножителем в (4) является $N_{1;1}(t)$. Начальным условием уравнения (4) является соотношение $N_{1;2}(t) = 0$.

Рассмотрим закон изменения числа потенциальных покупателей в подмножестве $\{0;1\}$. Потенциальные покупатели, обладающие устаревшими сведениями о товаре по цене P_1 , будут распространять их. Ложные сведения о товаре могут быть переданы лишь тем потенциальным покупателям, которые за прошедший период времени $(t_0; t_1]$ ничего о товаре не знали. Теперь они узнали о нем по ложной цене P_1 . Таким образом, подмножество $\{0;1\}$ может увеличиваться лишь за счет подмножества $\{0;0\}$.

Считаем, что через СМИ распространяется только актуальная информация. Ложные сведения распространяются только за счет «слухов». Потенциальные покупатели, получившие сведения о товаре по цене P_1 , могут вскоре получить информацию о действующей цене P_2 , что приведет к уменьшению их числа в подмножестве $\{0;1\}$. В силу этих двух факторов закон изменения числа потенциальных покупателей в подмножестве $\{0;1\}$ будет иметь вид

$$\begin{aligned} \frac{dN_{0;1}(t)}{dt} = & \beta \cdot n_1(t) \cdot N_{0;0}(t) - \\ & - (\alpha + \beta \cdot n_2(t)) \cdot N_{0;1}(t). \end{aligned} \quad (5)$$

Начальным условием для уравнения (5) является $N_{0;1}(t_1) = 0$. Динамика количества потенциальных покупателей для подмножеств $\{0;0\}$ и $\{1;1\}$ определяется через уравнения баланса (6,7) соответственно

$$N_{0;0}(t) + N_{0;1}(t) + N_{0;2}(t) = N_0(t_1), \quad (6)$$

$$N_{1;1}(t) + N_{1;2}(t) = N_1(t_1). \quad (7)$$

Третий этап распространения информации $(t_2; t_3]$ об инновационном товаре характеризуется изменением цены на него (с P_2 на P_3). По аналогии с выше указанным возникают подмножества (рис. 2, е). СМИ распространяют информацию о новом товаре по цене P_3 . Эта информация распространяется как среди тех покупателей, которые о товаре еще не слышали, так и среди тех, которые слышали об инновационном товаре по старой цене P_2 , и даже по еще более старой цене P_1 . По аналогии с выше указанным возникают подмножества: $\{0;0;0\}$, $\{0;0;1\}$, $\{0;0;2\}$, $\{0;0;3\}$, $\{0;0;4\}$, $\{0;1;2\}$, $\{0;1;3\}$, $\{0;2;2\}$, $\{0;2;3\}$, $\{1;1;1\}$, $\{1;1;2\}$, $\{1;1;3\}$, $\{1;2;2\}$, $\{1;2;3\}$.

Так, например, подмножество $\{1;1;3\}$ – это подмножество потенциальных покупателей, которые в первый период времени $(t_0; t_1]$ узнали о товаре по цене P_1 , а во второй период времени $(t_1; t_2]$ новой информации не получали и считали, что цена товара осталась прежней – P_1 . В третий период времени $(t_2; t_3]$ они узнали, что цена товара стала P_3 .

Подмножество $\{0;1;2\}$ – подмножество потенциальных покупателей, которые в период времени $(t_0; t_1]$ о товаре ничего не знали. В период времени $(t_1; t_2]$ они узнали о товаре по ложной, к тому времени, цене P_1 . В период времени $(t_2; t_3]$ до них дошла ложная к тому времени информация, что стоимость товара стала P_2 .

Подмножество $\{0;2;2\}$ – подмножество потенциальных покупателей, которые в первый период времени о товаре ничего не знали, а во второй период времени узнали о

товаре по цене P_2 . В третий период времени об изменении цены товара они не узнали и считали, что цена осталась прежней – P_2 (что в рассматриваемый период времени не соответствует действительности).

Рассмотрим дифференциальное уравнение изменения числа потенциальных покупателей в этих подмножествах. Так, например, подмножество $\{1;1;3\}$ образовано на основе исходного подмножества $\{1;1\}$ второго периода. Подмножество $\{1;1;3\}$ может увеличиваться за счет подмножеств $\{1;1;1\}$ и $\{1;1;2\}$, тоже образованных из подмножества $\{1;1\}$. Имеем

$$\frac{dN_{1;1;3}(t)}{dt} = (\alpha + \beta \cdot n_3(t)) \times (N_{1;1;1}(t) + N_{1;1;2}(t)). \quad (8)$$

Здесь $n_3(t)$ – число людей – носителей информации, что цена товара P_3 ,

$$n_3(t) = N_{0;0;3}(t) + N_{0;1;3}(t) + N_{1;1;3}(t) + N_{0;2;3}(t) + N_{1;2;3}(t).$$

Начальным условием уравнения (8) является соотношение $N_{1;1;3}(t) = 0$.

Подмножество $\{0;1;2\}$ образовано на основе исходного подмножества $\{0;1\}$ второго этапа. Подмножество $\{0;1;2\}$ может увеличиваться за счет подмножества $\{0;1;1\}$, тоже образованного из подмножества $\{0;1\}$, но с устаревшими сведениями (по отношению к информации о цене товара P_2). Однако в данном случае подмножество $\{0;1;2\}$ может и уменьшаться в связи с тем, что люди, входящие в это подмножество, могут получить еще более свежие сведения, что цена товара равна P_3 , и перейти в подмножество $\{0;1;3\}$. Считаем, что любые старые (ложные) сведения о цене товара не распространяются СМИ, она распространяется только через «слухи». Поэтому уравнение изменения числа потенциальных покупателей в подмножестве $\{0;1;2\}$ будет иметь вид

$$\frac{dN_{0;1;2}(t)}{dt} = \beta \cdot n_2(t) \cdot N_{0;1;1}(t) - (\alpha + \beta \cdot n_3(t)) \cdot N_{0;1;2}(t). \quad (9)$$

Здесь $n_2(t)$ – число потенциальных покупателей – носителей информации (ложной) о товаре по цене P_2 , т. е.

$$n_2(t) = N_{0;0;2}(t) + N_{0;1;2}(t) + N_{1;1;2}(t) + N_{0;2;2}(t) + N_{1;2;2}(t).$$

Начальным условием уравнения (9) является соотношение $N_{0;1;2}(t_2) = 0$.

В общем случае для третьего этапа дифференциальное уравнение изменения числа людей в рассматриваемых подмножествах под воздействием информации о цене товара можно записать в виде

$$\frac{dN_{i_1;i_2;i_3}(t)}{dt} = (\alpha \cdot \delta_{i_3,3} + \beta \cdot n_{i_3}(t)) \cdot \sum_{j=i_2}^{i_3-1} N_{i_1;i_2;j}(t) - \sum_{j=i_3+1}^3 (\alpha \cdot \delta_{i_3,3} + \beta \cdot n_j(t)) \cdot N_{i_1;i_2;i_3}(t). \quad (10)$$

Здесь применен символ $\delta_{i,j}$ Кронекера ($\delta_{i,j} = 1$ при $i = j$, $\delta_{i,j} = 0$ при $i \neq j$). Поэтому α реально будет входить в уравнение (10) лишь для $i = 3$, т. е. когда речь идет о распространении последней (истинной) информации, которую только и распространяют СМИ.

Уравнение (10) описывает подмножества $\{0;0;1\}$, $\{0;0;2\}$, $\{0;0;3\}$, $\{0;1;2\}$, $\{0;1;3\}$, $\{1;1;2\}$, $\{1;1;3\}$, $\{0;2;3\}$, $\{1;2;3\}$, которые изменяются под влиянием новой (для соответствующего исходного подмножества) информации. Таким образом, мы можем написать девять уравнений для 14 неизвестных. Оставшиеся пять уравнений для подмножеств потенциальных покупателей $\{0;0;0\}$, $\{0;1;1\}$, $\{1;1;1\}$, $\{0;2;2\}$, $\{1;2;2\}$, которые в рассматриваемый период новой информации не поступало, могут быть получены как уравнения баланса: сумма числа людей в новых подмножествах, полученных из данного исходного, должна быть равна числу людей в этом исходном подмножестве.

Так для исходного подмножества $\{0;1\}$ имеем

$$N_{0;1;1}(t) + N_{0;1;2}(t) + N_{0;1;3}(t) = N_{0;1}(t_2),$$

или, в общем виде,

$$\sum_{j=i_2}^3 N_{i_1;i_2;j}(t) = N_{i_1;i_2}(t_2). \quad (11)$$

Все эти подмножества в общем виде можно записать как $\{i_1; i_2; i_3\}$. Так, при $i_1 = 1, i_2 = 1, i_3 = 3$, получим подмножество $\{1; 1; 3\}$, при $i_1 = 0, i_2 = 1, i_3 = 2$ получим подмножество $\{0; 1; 2\}$ и т.д. Эти подмножества потенциальных покупателей различаются порядком поступления информации. Как было упомянуто выше, структура покупательского спроса в каждом таком подмножестве различна.

По истории владения информацией о цене товара все потенциальные покупатели товара распадаются на упорядоченные подмножества вида $\{i_1; i_2; i_3; \dots; i_k\}$, элементы каждого из которых образуют монотонно неубывающую последовательность чисел $\{i_1; i_2; i_3; \dots; i_k\}$, удовлетворяющих условию

$$0 \leq i_j \leq j \quad (j = 1, 2, \dots, k);$$

$$i_1 \leq i_2 \leq i_3 \leq \dots \leq i_k.$$

Уравнения распространения новых (для данного подмножества) сведений во время последнего, k -го, периода можно в общем виде записать как

$$\begin{cases} \frac{dN_{i_1; i_2; \dots; i_{k-1}; i_k}(t)}{dt} = (\alpha \cdot \delta_{i_k, k} + \beta \cdot n_j(t)) \cdot \sum_{j=i_{k-1}}^{i_k-1} N_{i_1; i_2; \dots; i_{k-1}; j}(t) - \\ - \sum_{j=i_k+1}^k (\alpha \cdot \delta_{i_k, k} + \beta \cdot n_j(t)) \cdot N_{i_1; i_2; \dots; i_{k-1}; i_k}(t) \quad (i_k \neq i_k - 1); \\ N_{i_1; i_2; \dots; i_{k-1}; i_k}(t_{k-1}) = 0. \end{cases} \quad (12)$$

Здесь $N_{i_1; i_2; \dots; i_{k-1}; i_k}(t)$ – число потенциальных покупателей в подмножестве $\{i_1; i_2; i_3; \dots; i_k\}$ к моменту времени t , n_j – число носителей информации о товаре по цене P_j ,

$$n_j = \sum_{i_1; i_2; \dots; i_{k-1}} N_{i_1; i_2; \dots; i_{k-1}; j}.$$

Уравнения (11) справедливы для всех подмножеств с любым возможным набором $i_1; i_2; i_3; \dots; i_k$, за исключением тех, в которые в последний, k -й период, новой информации не поступало, т. е. для таких подмножеств $\{i_1; i_2; i_3; \dots; i_k\}$, для которых $i_k = i_{k-1}$.

К уравнениям (12) следует добавить уравнения баланса: сумма числа покупате-

лей в новых подмножествах, полученных из данного исходного, должна быть равна числу потенциальных покупателей в этом исходном подмножестве

$$\sum_{j=i_{k-1}}^k N_{i_1; i_2; \dots; i_{k-1}; j}(t) = N_{i_1; i_2; \dots; i_{k-1}}(t_{k-1}). \quad (13)$$

Спрос на инновационный товар в соответствии с информационным обеспечением потенциальных покупателей

Во время реализации инновационного товара количество потенциальных покупателей меняется вследствие того, что часть из них по мере его приобретения выбывает из числа субъектов, обеспечивающих спрос [24]. При изменении цены на инновационный товар меняется структура покупательского спроса, которая к этому моменту уже не является такой, какой она была первоначально. Часть потенциальных покупателей успеет купить товар по старой цене. Другая часть покупателей, которые собирались купить товар по старой цене, теперь будет поставлена в условие пересмотра решения о покупке. И наконец, третья часть покупателей, для которых старая цена товара была слишком высока, теперь, в случае если товар стал дешевле, тоже смогут его купить. Для определения динамики спроса в режиме реального времени введена функция плотности распределения потенциальных покупателей $\chi(P)$, такая, что величина $\chi(P) \cdot \Delta P$ равна доле потенциальных покупателей на рынке, предельная цена которых заключена в диапазоне $\left[P - \frac{\Delta P}{2}; P + \frac{\Delta P}{2} \right]$. Тогда функция $\chi(P)$ покупательского спроса определяется выражением

$$D(P) = \int_P^{+\infty} \chi(x) dx. \quad (14)$$

Здесь $D(P)$ – доля потенциальных покупателей, которые согласны купить товар по цене P . Обозначение « χ » соответствует P . Если за время t_1 от появления нового товара на рынке M_1 потенциальных покупателей купили инновационный товар, то плотность их распределения по предель-

ным ценам будет иметь вид, изображенный на рис. 3.

На интервале $(P_1; +\infty)$ кривая опустится ниже первоначального положения, так как потенциальных покупателей с такими предельными ценами останется меньше. Заметим, что площадь, заключенная между старой и новой кривыми, лежащими правее ординаты $P = P_1$, равна $m_1 = \frac{M_1}{N}$.

Выводы

Разработанный новый методический подход к прогнозированию динамики реализации инновационного товара с учетом этапов принятия решения о покупке потенциальным покупателем позволяет уменьшить ошибки прогноза динамики объема реализации инновационного товара, что в свою очередь уменьшает затраты на переоценку или недооценку спроса. В результате увеличивается эффективность самого предприятия.

Предложенный методический подход к определению емкости рынка инновационного товара основан на учете порядка изменений сведений о товаре у потенциальных покупателей. Под емкостью рынка понимаем количество потенциальных покупателей, желающих приобрести инновационный товар. Сведения об инновационном товаре в процессе его реализации могут изме-

няться, в результате чего у потенциальных покупателей последовательно появляются новые сведения о товаре, исключаящие друг друга. Вследствие такого наложения сведений возникают разные подмножества потенциальных покупателей, обладающих разными сведениями об инновационном товаре. Учет этих подмножеств обязателен, поскольку в каждом из них кривая спроса своя. При этом спрос в каждом таком подмножестве изменяется во времени. Такой методический подход позволяет в режиме реального времени оценивать емкость рынка избегая дополнительных затрат на постоянный его мониторинг.

Разработан метод определения спроса на инновационный товар в соответствии с информационным обеспечением потенциальных покупателей. Предложенный методический подход к оценке спроса на инновационный товар учитывает порядок поступления информации о нем к потенциальным покупателям. Введенная в использование функция плотности распределения потенциальных покупателей дает возможность перейти от статической модели спроса рынка к динамической модели. Такой методический подход позволяет в режиме реального времени прогнозировать спрос рынка, избегая дополнительных затрат на постоянный его мониторинг. Уменьшение затрат в этой части ведет к увеличению эф-

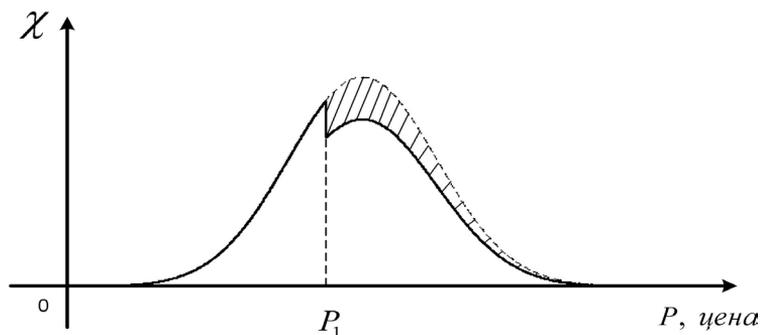


Рис. 3. График плотности распределения потенциальных покупателей по предельным ценам $\chi(P)$ к моменту времени t_1

фektivности хозяйствующей деятельности предприятия.

Таким образом, предложенный методический инструментарий может быть использо-

ван, с одной стороны, при целенаправленном формировании спроса на рынке инноваций, с другой – при управлении объемом производства инновационного товара.

Список использованных источников

1. Rogers E.M. Diffusion of Innovations. New York: Free Press, 1983.
2. Гуриева Л.К. Теория диффузии нововведений // Инновации. 2005. № 4. С. 22–26.
3. Tarde G. The laws of imitation. New York: Holt, 1903.
4. Bandura A. Social foundations of thought and action: A social cognitive theory. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1986.
5. Bandura A. Self-efficacy mechanism in psychobiological functioning. Washington: Hemisphere, 1992.
6. Bass F.M. A new product growth model for consumer durables // Management Science. 1969. Vol. 15, No. 1. P. 215–217.
7. Mahajan V., Muller E., Bass F.M. New product diffusion models in marketing: a review and directions for research // The Journal of Marketing. 1990. Vol. 54, No. 1. P. 1–26.
8. Котлер Ф. Маркетинг менеджмент. СПб.: Изд-во «Питер», 1999. 896 с.
9. Goldman A., Muller E. Measuring Patterns of Product Life Cycles: Implications for Marketing Strategy // Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem School of Business Administration, 1982.
10. Семёнычев Е.В. О практическом использовании концепции жизненного цикла товара // Изв. Урал. гос. эконом. ун-та. 2011. Т. 37, № 5. С. 116–121.
11. Семёнычев Е.В. Эконометрическое моделирование жизненного цикла нефтяного месторождения // Вестн. ВСГУ. 2013. № 2. С. 105–111.
12. Семиглазов В.А., Семиглазов А.М. Математические модели полирыночной стратегии реализации инновационного товара // Изв. Томск. политех. ун-та. 2009. Т. 314, № 6. С. 36–42.
13. Семиглазов В.А. Оптимизация ценообразования инновационного товара // Практический маркетинг. 2006. № 8. С. 27–30.
14. Гриняк В.М., Шуленина А.В. Моделирование задачи планирования продаж с автоматизированной экспертной оценкой достоверности планирования // Фундаментальные исследования. 2013. № 6–4. С. 828–832.
15. Калашникова Т.В., Извеков Н.Ю. Интеграция метода с ориентацией на спрос в систему ценообразования сети розничной торговли // Изв. Томск. политех. ун-та. 2012. Т. 320, № 6. С. 9–13.
16. Капустина Л.М., Журавлева А.Ю., Фельдман Е.М. Маркетинговая концепция управления продажами товаров длительного пользования // Изв. Урал. гос. эконом. ун-та. 2010. Т. 30, № 4. С. 117–122.
17. Цыганов В.В., Бочкарева Ю.Г. Комплексный подход к методологии распространения информации // Фундаментальные исследования. 2013. № 4–3. С. 612–617.
18. Исследование Nielsen: лучшая реклама – это сарафанное радио. Новости гуманитарных технологий, 2009. [Электронный ресурс]. Режим доступа:

- <http://gtmarket.ru/news/media-advertising-marketing/2009/07/13/2095>.
19. Астафьева Е.В., Терпугов А.Ф. Модель рекламной компании с эффектом «надоедания» рекламы // Вестн. Томск. гос. ун-та. 2004. № 284. С. 34–36.
 20. Шептунов М.В. Моделирование и анализ скорости распространения косвенной рекламы в условиях старения знаний // Экономический анализ: теория и практика. 2008. № 2. С. 42–45.
 21. Баев И.А., Дрозин Д.А. Моделирование процессов освоения инновации на конкурентном рынке // Вестн. ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». 2012. № 30. С. 47–49.
 22. Баев И.А., Дрозин Д.А. Математическая модель динамики продаж инновационного товара // Инновации. 2014. № 2. С. 11–14.
 23. Баев И.А., Дрозин Д.А. Комплексная модель распространения информации об инновационном товаре // Экономика и математические методы. 2014. Т. 50, № 1. С. 91–100.
 24. Баев И.А., Дрозин Д.А. Управление запасами в процессе реализации инновационного товара // Вестн. УрФУ. Серия экономика и управление. 2014. № 4. С. 119–125.

Baev I.A., doctor of economics, professor,
Drozin D.A., candidate,
South Ural State University,
(National Research University),
Chelyabinsk, Russia

PLANNING VOLUME OF REALIZATION OF INNOVATIVE PRODUCTS DURING COMMERCIALIZATION PRODUCT INNOVATIONS

A new method of demand forecasting of innovation goods is proposed. We have taken into account the latest research of domestic and foreign scientists into the theory of diffusion of innovations, theory of product lifecycle, sales management and the theory of information dissemination. Considering the dependence of phases of sales of innovative products on the flow of information reaching potential buyers, we propose and justify a new conception of management by commercialization of innovative products. We have elaborated a methodical approach to predict the dynamics of sales of innovative products that is based on the stages of buyer decision making. We have taken into account the dependence of innovative products' market capacity on the dynamics of their prices as well as the influence of the buyer decision-making process. An approach for determining the demand for innovative products in accordance with information support available to potential buyers is proposed. The approach improves the accuracy of sales forecast for innovative products and reduces the cost of over- or under-supply.

Key words: sales of innovative products, product innovation, commercialization of innovation, planning.

References

1. Rogers, E.M. (1993). *Diffusion of Innovations*. New York, Free Press.
2. Gurieva, L.K. (2005). Teoriia diffuzii novovvedenii [Theory of diffusion of innovations]. *Innovatsii [Innovations]*, No. 4, 22–26.
3. Tarde, G. (1903). *The laws of imitation*. New York, Holt.
4. Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall.
5. Bandura, A. (1992). *Self-efficacy mechanism in psychobiological functioning*. Washington, Hemisphere.
6. Bass, F.M. (1969). A new product growth model for consumer durables. *Management Science*, Vol. 15, No. 1, 215–217.
7. Mahajan, V., Muller, E., Bass, F.M. (1990). New product diffusion models in marketing: a review and directions for research. *The Journal of Marketing*, Vol. 54, No. 1, 22–26.
8. Kotler, P. (1997). *Marketing management*. New Jersey, Prentice Hall. (Russ. ed.: Kotler P. (1999) *Marketing management*. St Petersburg, Piter, 896).
9. Goldman, A., Muller, E. (1982). Measuring Patterns of Product Life Cycles: Implications for Marketing Strategy. *Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem School of Business Administration*.
10. Semenychev, E.V. (2011). O prakticheskom ispol'zovanii kontseptsii zhiznennogo tsikla tovara [On application of product lifecycle concept]. *Izvestia of USUE [Journal of the Ural State University of Economics]*, Vol. 37, No. 5, 116–121.
11. Semenychev, E.V. (2013). Ekonometricheskoe modelirovanie zhiznennogo tsikla nefnianogo mestorozhdeniia [Econometric model of lifecycle of an oil field]. *Vestnik VSGTU [ESSUTM Bulletin]*, No. 2, 105–111.
12. Semiglazov, V.A., Semiglazov, A.M. (2009). Matematicheskie modeli polirynochnoi strategii realizatsii innovatsionnogo tovara [Mathematical models of poly-market strategy of innovation product implementation]. *Izvestiia Tomskogo politekhnicheskogo universiteta [Bulletin of Tomsk Polytechnic University]*, Vol. 314, No. 6, 36–42.
13. Semiglazov, V.A. (2006). Optimizatsiia tsenoobrazovaniia innovatsionnogo tovara [Optimization of the pricing of innovative products]. *Prakticheskij marketing [Applied Marketing]*, No. 8, 27–30.
14. Grinjak, V.M., Shulenina, A.V. (2013). Modelirovanie zadachi planirovaniia prodazh s avtomatizirovannoj jekspertnoj ocenкой dostovernosti planirovaniia [Modeling Problems in Sales Planning with Automated Expert Assessment of the Reliability Planning]. *Fundamental'nye issledovaniia [Fundamental Research]*, No. 6, Part 4, 828–832.
15. Kalashnikova, T.V., Izvekov, N.Iu. (2012). Integratsiia metoda s orientatsiei na spros v sistemu tsenoobrazovaniia seti roznicnoi trgovli [Integration of the demand orientation method into retail chain pricing]. *Izvestiia Tomskogo politekhnicheskogo universiteta [Bulletin of Tomsk Polytechnic University]*, Vol. 320, No. 6, 9–13.
16. Kapustina, L.M., Zhuravleva, A.Iu., Fel'dman, E.M. (2010). Marketingovaia kontseptsiiia upravleniia prodazhami tovarov dlitel'nogo pol'zovaniia [Marketing concept for durable goods sales management]. *Izvestia of USUE [Journal of the Ural State University of Economics]*, Vol. 30, No. 4, 117–122.

17. Tsyganov, V.V., Bochkareva, Iu.G. (2013). Kompleksnyi podkhod k metodologii rasprostraneniia informatsii [Integrated approach of the information dissemination methodology]. *Fundamental'nye issledovaniia [Fundamental Research]*, No. 4, Part 3, 612–617.
18. Issledovanie Nielsen: luchshaia reklama – eto sarafannoe radio [Nielsen Research: word of mouth is the best ad]. (2009). *Novosti gumanitarnykh tekhnologii [Human Technologies News]*. Available at: <http://gtmarket.ru/news/media-advertising-marketing/2009/07/13/2095>.
19. Astaf'eva, E.V., Terpugov, A.F. (2004). Model' reklamnoi kompanii s efektom «nadoedaniia» reklamy [Mathematical model of advertising campaign taking into account the effect of “boring” of advertisement]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Tomsk State University]*, No. 284, 34–36.
20. Sheptunov, M.V. (2008). Modelirovanie i analiz skorosti rasprostraneniia kosvennoi reklamy v usloviakh starenii znaniia [Models and analysis of distribution speed of indirect advertising in conditions of aging of knowledge] *Ekonomicheskii analiz: teoriia i praktika [Economic analysis: theory and practice]*, No. 2, 42–45.
21. Baev, I.A., Drozin, D.A. (2012). Modelirovanie protsessov osvoeniia innovatsii na konkurentnom rynke [Modeling of innovation processes in a competitive market]. *Vestnik Iuzhno-Ural'skogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriiia «Ekonomika i menedzhment» [Bulletin of the South Ural State University. Series Economics and Management]*, No. 30, 47–49.
22. Baev, I.A., Drozin, D.A. (2014). Matematicheskaia model' dinamiki prodazh innovatsionnogo tovara [Mathematical model of sales dynamics of an innovative product]. *Innovatsii [Innovations]*, No. 2, 11–14.
23. Baev, I.A., Drozin, D.A. (2014). Kompleksnaia model' rasprostraneniia informatsii ob innovatsionnom tovare [Integrated model of information diffusion about innovative product]. *Ekonomika i matematicheskie metody [Economics and Mathematical Methods]*, Vol. 50, Part 1, 91–100.
24. Baev, I.A., Drozin, D.A. (2014). Upravlenie zapasami v protsesse realizatsii innovatsionnogo tovara [Inventory management of the sales of innovative product]. *Vestnik UrFU Seriiia Ekonomika i Menedzhment [Bulletin of Ural Federal University. Series Economics and Management]*, No.4, 119–125.

Information about the authors

Baev Igor Aleksandrovich – Doctor of Economics, Professor, Economics and Finance Department, Dean of the Economics and Management Faculty, South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Russia (454080, Chelyabinsk, Pr. Lenina, 76); e-mail: baev@econom.susu.ac.ru.

Drozin Dmitry Aleksandrovich – Assistant Professor, Department of Applied Mathematics, South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Russia (454080, Chelyabinsk, Pr. Lenina, 76); e-mail: drozin2005@mail.ru.