

УДК 330.43

В.И. Чуркин

**ПРОГНОЗ ПРОДАЖ ИННОВАЦИОННЫХ ТОВАРОВ
С УЧЕТОМ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
(НА ПРИМЕРЕ МАЛЫХ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ)**

V.I. Churkin

**SALES FORECASTS OF INNOVATIVE PRODUCTS
WITHIN THE MACROECONOMIC FACTORS
(USING THE EXAMPLE OF SMALL WIND TURBINES)**

Рассмотрено применение модели диффузии инноваций Басса для прогнозирования продаж инновационных товаров и услуг в условиях рецессии (на примере малых ветрогенераторов). Результаты основаны на опубликованной статистике продаж малых ветрогенераторов в США.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОДАЖ. ИННОВАЦИИ. МОДЕЛЬ БАССА. РЕЦЕССИЯ. СТАТИСТИКА ПРОДАЖ МАЛЫХ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ В США.

The article describes the application of the Bass's model of diffusion of innovations for forecasting sales of innovative products and services in the conditions of a recession (on the example of small wind turbines). The results are based on published statistics of sales of small wind power generators in the United States.

SALES FORECASTING. INNOVATIONS. BASS MODEL. The RECESSION. STATISTICS OF SALES OF SMALL WIND POWER GENERATORS IN THE UNITED STATES.

Сегодня во всем мире ведутся работы по расширению использования альтернативных возобновляемых источников энергии. В России, в отличие от многих европейских стран, нет дефицита источников энергии, и энергетика на основе возобновляемых источников энергии только начинает развиваться. У нас ее доля в структуре потребления составляет менее 0,8 %. В то же время по подсчетам Минэнерго РФ от 60 до 70 % территории России сегодня не охвачено централизованным электроснабжением. Причина – в больших расстояниях, вследствие чего подключение поселений к энергосистемам невыгодно. В этих условиях энергетика на основе возобновляемых источников энергии (в том числе ветроэнергетика) представляется разумным решением.

Недавние трагические события в Японии значительно усилили интерес к этой теме. Данная статья посвящена прогнозу развития малой ветроэнергетики (мощность установок до 100 кВт), особенность которой состоит в том, что спрос на малые ветроэлектро-

станции формируют, в основном, домашние хозяйства. Особенности, экономические показатели и преимущества этого направления рассмотрены в [7]. Вопросы применения и оценки эффективности энергетика на основе возобновляемых источников энергии рассматриваются в [13, 14].

Прогноз продаж инновационной продукции на основе диффузионной модели Басса. Фрэнк Басс опубликовал свой труд [2] в 1969 г. В нем он рассмотрел так называемую диффузионную модель распространения инноваций. Модель описывает процесс принятия рынком новых товаров через взаимодействие между уже сделавшими покупки и потенциальными покупателями. Эта модель широко используется в прогнозировании, в особенности в прогнозировании распространения продукции и технологий. Научная работа Ф. Басса в 2004 г. отмечена как одна из десяти наиболее часто упоминаемых в 50-летней истории журнала «Management Science». Она находится на пятом месте в этом списке и является единственной по маркетингу.

Суть модели Басса (Bass model) состоит в следующем [2]. Пусть существует некоторый рынок, на котором появляется принципиально новый продукт (товар или услуга), не имеющий аналогов и, соответственно, конкуренции со стороны других продуктов. Этот продукт создает новый спрос, т. е. появляется определенное количество людей, желающих приобрести этот продукт, и тех, кто уже совершил покупку и влияет на потенциальных покупателей.

В дискретной форме основная модель Басса выглядит следующим образом:

$$S(t) = N(t) - N(t-1) = p[m - N(t-1)] + q(N(t-1)/m)[m - N(t-1)], \quad (1)$$

где m – максимальное число потенциальных покупателей, или рыночный потенциал; $N(t)$ – кумулятивные продажи, или кумулятивное число покупателей за время t ; $S(t)$ – прирост продаж, или число покупателей в периоде t , $S(t) = N(t) - N(t-1)$; p – коэффициент инновации; q – коэффициент имитации.

Потенциальные покупатели состоят из двух групп – инноваторов и имитаторов. Таким образом, покупки в периоде t , $S(t)$, моделируются как сумма покупок инноваторов и имитаторов. Число инноваторов в периоде t пропорционально оставшемуся числу не купивших из числа потенциальных покупателей в начале периода $(t-1)$, т. е. $p(m - N(t-1))$, в то время как число имитаторов пропорционально и числу не купивших, и доле уже купивших, т. е. $q(N(t-1)/m)(m - N(t-1))$. При совершении первоначальных покупок инноваторы руководствуются не числом предыдущих покупателей, а, главным образом, средствами массовой информации (внешнее влияние), что заложено в коэффициент инновации p . В то же время имитаторы подвержены числу предыдущих покупателей, эффекту молвы («word of mouth», внутреннее влияние), что отражено коэффициентом имитации q .

Основная модель Басса в непрерывной форме имеет вид:

$$f(t) = dF(t)/dt = [p + qF(t)][1 - F(t)], \quad (2)$$

где $F(t)$ – есть кумулятивная доля покупателей за время t (по отношению к рыночному

потенциалу, $F(t) = N(t)/m$); $f(t)$ – есть функция плотности (интенсивность) покупки в момент t ,

$$f(t) = dF(t)/dt = S(t)/m = (1/m)(dN(t)/dt).$$

Дифференциальное уравнение (2) относится к уравнениям Рикатти, решение которого в данном случае имеет вид [2]:

$$F(t) = (1 - e^{-(p+q)(t+c)}) / (1 + qe^{-(p+q)(t+c)} / p), \quad (3)$$

где c – константа, определяемая начальным условием. Для нулевого начального условия имеем:

$$F(t) = (1 - e^{-(p+q)t}) / (1 + qe^{-(p+q)t} / p), \quad (4)$$

$$N(t) = m(1 - e^{-(p+q)t}) / (1 + qe^{-(p+q)t} / p).$$

Если $p < q$, то кривая $F(t)$ имеет точку перегиба t^* , в которой производная $f(t^*)$ обращается в ноль:

$$t^* = -(1 / (p + q)) \ln(p / q). \quad (5)$$

Эта точка обладает следующими параметрами:

$$N(t^*) = mF(t^*) = (m / 2)(1 - (p / q)), \quad (6)$$

$$dN(t)/dt = mf(t^*) = m(p + q)^2 / (4q). \quad (7)$$

Если $p < q$, то выражение (4) дает так называемую S-образную (сигмовидную) кривую. Особенность графика $f(t)$ состоит еще и в том, что он симметричен на отрезке $[0, 2t^*]$ относительно точки t^* , т. е. $f(t^* - t) = f(t^* + t)$, $t \in [0, t^*]$. В случае $p \geq q$ функция $f(t)$ является монотонно убывающей во времени функцией.

Идентификация параметров. Предложен ряд процедур для оценки параметров p , q и m модели Басса. В [6] приводится сравнение четырех процедур оценки:

на основе обычного метода наименьших квадратов (the ordinary least squares – OLS) [2];

на основе нелинейного метода наименьших квадратов (the nonlinear least squares – NLS) [3];

на основе максимального правдоподобия (the maximum likelihood estimation – MLE) [4];

на основе алгебраического метода (the algebraic estimation – AE) [5].

Таблица 1

Примеры применений модели Басса для прогнозирования продаж

Продукты	Коэффициент	
	внешнего (p)	внутреннего (q)
Телевизоры		
черно-белые	0,028	0,25
цветные	0,005	0,84
Кондиционеры	0,01	0,42
Сушилки для одежды	0,017	0,36
Смягчители воды	0,018	0,3
Магнитофоны	0,025	0,65
Сотовые телефоны	0,004	1,76
Паровые утюги	0,029	0,33
Одеяла с электроподогревом	0,006	0,24
Системы «Умный дом»	0,02	0,27
Малые ветрогенераторы	0,00001	0,31

Для получения OLS-оценки используют линейный регрессионный анализ. Главное преимущество процедуры OLS-оценки – в простоте реализации. Один из известных подходов к получению NLS-оценок p , q , m принадлежит Шринивасану и Масону [3]. Определяя $x(t)$ как число покупателей в период t , они используют формулу

$$X(t) = m[F(t) - F(t - 1)] + \varepsilon(t), \quad (8)$$

где $\varepsilon(t)$ – независимо распределенный член ошибки; $F(t)$ – кумулятивная функция распределения покупателей (4). Затем с помощью алгоритма нелинейного метода наименьших квадратов из (8) и (4) получают оценки параметров p , q , m . NLS-оценка не является несмещенной, а лишь состоятельной (т. е. асимптотически сходится по вероятности с ростом выборки). Как отмечается, этот метод вычисляет стандартные ошибки оцениваемых параметров и устраняет временное смещение, свойственное OLS-процедуре. Однако он чувствителен к начальным значениям поиска (для предварительного поиска начальных значений параметров рекомендуется OLS-процедура). Строго говоря, NLS-оценки могут быть совершенно плохими

и смещенными, когда получены из множества данных с немногими и зашумленными наблюдениями.

В [6] сравнение четырех методов проводилось на нескольких наборах данных. Исследователи пришли к выводу, что NLS дает наилучшие предсказания и наиболее эффективные оценки параметров (с точки зрения стандартной ошибки). С другой стороны, метод OLS наиболее прост в реализации. В любом случае считается [6], что устойчивые и робастные (не зависящие от формы распределения) оценки параметров могут быть получены, если исходные данные имеют, по меньшей мере, десять наблюдений и содержат пик кривой $f(t)$. Хотя, надо полагать, ожидание достаточного числа измерений снижает полезность прогноза.

Обзор применений модели Басса для прогнозирования продаж. С 1969 г., когда Ф. Басс предложил свою модель, она нашла множество применений (нам известно их несколько десятков). Что касается расширений базовой модели распространения инноваций Ф. Басса, то они подробно рассмотрены в [12]. В табл. 1 приведены лишь некоторые применения базовой модели (с соответствующими коэффициентами).

Результаты последних двух применений опубликованы в [7, 10]. В [11] описывается модель для прогноза динамики числа фермерских хозяйств в России.

Диффузионная модель с кусочно-постоянными инновационными и имитационными функциями. При рассмотрении основной диффузионной модели Басса предполагалось, что коэффициенты инновации (p) и имитации (q) не зависят от времени. Насколько это оправданно? В условиях устойчивого экономического развития это, вероятно, и так. Но в условиях рецессии (кризиса) происходит изменение макроэкономических показателей, меняются возможности и приоритеты потенциальных потребителей инновационной продукции. С учетом этого предлагается вместо упомянутых постоянных коэффициентов использовать кусочно-постоянные функции времени.

Заметим, что если в (3) $F(0) \neq 0$, то это обеспечивается соответствующим выбором постоянной c . Так, чтобы обеспечить начальное значение F_0 , следует использовать функцию вида

$$F(t) = (1 - ke^{-(p+q)t}) / (1 + kqe^{-(p+q)t} / p), \quad (9)$$

где
$$k = (1 - F_0) / (1 + qF_0 / p),$$

$$0 \leq \{F_0, k\} \leq 1. \quad (10)$$

Поскольку согласно (9) и (10)

$$k = e^{-(p+q)c}, \quad \text{то } c = -\ln k / (p+q). \quad (11)$$

Рассмотрим влияние параметров p и q на объем продаж. Предположим, что относительные изменения δ параметров p и q одинаковы, тогда согласно (9)

$$F(t, p(1+\delta), q(1+\delta)) = (1 - k \cdot e^{-(p+q)(1+\delta)t}) / (1 + kqe^{-(p+q)(1+\delta)t} / p) = F(t' = t(1+\delta), p, q). \quad (12)$$

Таким образом, равное относительное изменение параметров p и q модели Басса эквивалентно пропорциональному изменению масштаба времени. Например, уменьшение параметров p и q на $\delta = -10\%$ эквивалентно следующему: те продажи, которые при первоначальных значениях параметров p и q были достижимы к моменту $t' = t(1+\delta) = 9$, с из-

менением параметров на -10% будут достижимы к моменту $t = t' / (1+\delta) = 10$. Это позволяет делать прогнозы, предполагая тот или иной сценарий изменения параметров модели. С другой стороны, если есть основания полагать, что параметры модели определенным образом изменились, но при этом полезно использовать всю имеющуюся статистику для задачи идентификации, то можно на соответствующем отрезке процесса диффузии инноваций просто изменить масштаб по оси времени.

Разобьем временную ось, например, на три интервала. В пределах каждого интервала параметры модели считаем постоянными. Начальный интервал будет описывать диффузионный процесс в докризисный период, средний – в кризисный, конечный интервал – в посткризисный период. Для каждого i -го интервала времени $[\alpha_i = 0, \beta_i), [\alpha_i, \beta_i), \alpha_i = \beta_{i-1}, i = \overline{2, 3}$ определяются значения параметров F_0, p_i, q_i, m_i , где F_0 – начальное значение процесса в i -м интервале.

Для согласования кумулятивных кривых продаж на границах интервалов необходимо обеспечить следующие начальные условия:

$$F_i(0) = 0, \quad F_i(\alpha_i) = F_{i-1}(\beta_{i-1}), \quad i = \overline{2, 3}. \quad (13)$$

Можно показать, что при наличии ненулевых начальных условий

$$f_i(t) = (p_i + q_i)^2 k_i e^{-(p_i + q_i)(t - \alpha_i)} / (p_i(1 + k_i q_i e^{-(p_i + q_i)(t - \alpha_i)} / p_i)^2) \quad (14)$$

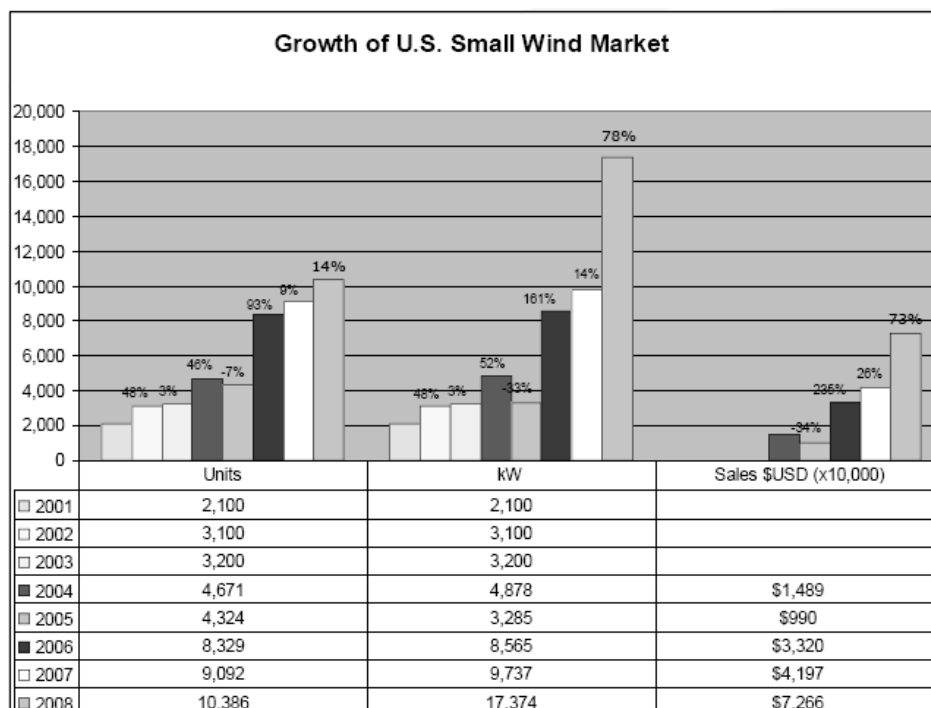
время максимального проникновения t_i^* определяется так:

$$t_i^* = \alpha_i - \ln(p_i / (k_i q_i)) / (p_i + q_i), \quad i = \overline{1, 3}. \quad (15)$$

Условие наличия пика во внутренней точке i -го интервала:

$$t_i^* \in [\alpha_i, \beta_i), \quad i = \overline{1, 3}. \quad (16)$$

Кривая диффузии при кусочно-постоянных функциях инновации и имитации строится следующим образом. На начальном интервале решается задача идентификации параметров как для обычной модели Басса.



Источник: Ron Stimmel. Status of the U.S. Small-Wind Market (www.awea.org/smallwind)

Рис. 1. Динамика продаж малых ветряных турбин в США

Теперь нужна модель, которая позволит определить значения параметров p_i , q_i , m_i , $i > 1$. Здесь мы полагаем, что значения параметров p_i и q_i в очередном интервале изменяются относительно значений параметров в предшествующем интервале пропорционально ожидаемому сценарию изменения затрат на товары длительного пользования в реальных ценах: пропорционально снижению затрат происходит и снижение коэффициентов инноваций (снижаются затраты и эффективность рекламы) и имитации (стремление подражать соизмеряется с похudevшим бюджетом). Рыночный потенциал не меняется (кто ранее планировал, тот всего лишь отодвинул свои планы на более поздний срок). Если известны данные по продажам не только в начальном интервале, то в соответствии с (12) на данном интервале меняем масштаб времени и используем для идентификации параметров модели данные по этому интервалу также.

Прогноз продаж малых ветряных турбин в США на основе диффузионной модели. Что известно из области статистики малых ветряных турбин? Наибольшая известность относится к американскому рынку. Промышленное производство и продажи малых

ветряных турбин начались в 1979 г. В [1] приведена динамика продаж малых ветряных турбин в США (см. рис. 1). Таким образом, в 1978 г. продаж еще не было, т. е. $N(1978) = 0$, или, сдвинув начало отсчета времени, $N(0) = 0$. Проблема в том, что далее отсутствуют сведения о продажах вплоть до 2000 г., а данные начиная с 2001 г., представлены только в виде приращений $S(t)$. Всего имеется девять точек. Этих данных недостаточно, чтобы применить OLS-процедуру, поскольку для ее применения требуется кумулятивная информация о числе инсталляций, а не отрывочные данные о числе инсталляций в отдельные периоды. Поэтому используем процедуру NLS. В табл. 2 приведены результаты, полученные в программе Statistica. Доля дисперсии, объясненная регрессией (коэффициент детерминации R^2), имеет высокое значение (0,96250458), несмотря на значительную неопределенность в потенциале рынка (m , который согласно табл. 2 при доверительной вероятности 0,975 может принять значение вплоть до 556 тыс.) и в коэффициенте инновации p . На рис. 2,а приведены графики продаж, построенные по исходным данным, и прогноз

Таблица 2

Результаты идентификации параметров модели нелинейным методом наименьших квадратов

Dependent variable: Ni_Ni_1 Independent variables: 1
 Loss function: least squares
 Final value: 3,66166726
 Proportion of variance accounted for: ,96250458 R = ,98107318

	Estimate	Standard	t-value	p-level	Lo. Conf	Up. Conf
<i>m</i>	177,891951	154,552396	1,151014	0,293522	-200,28	556,068
<i>p</i>	0,0000098	0,00001534	0,637121	0,547570	-0,000	0,000047
<i>q</i>	0,3152566	0,09728561	3,240526	0,017675	0,077	0,553306

по продажам и кумулятивным продажам. Как видно из рисунка, на прогнозируемом графике продаж наблюдается точка максимального проникновения.

Момент ее появления, вычисленный по формуле (5), прогнозируется на 32,9, что приблизительно соответствует 2010 г.

Приведенные результаты опубликованы в 2010 г. [7], когда были доступны лишь данные по 2008 г. включительно. Последующие данные по продажам показали [8], что в 2009 г. продано 9,8 тыс. установок. Интересно сопоставить это с прогнозом, результаты которого показали 12,1 тыс. установок. Таким образом, погрешность прогноза с горизонтом в 1 год составила ≈23 %. Несмотря на то что прогноз проводился на основе столь скудных данных, следует признать: он показал приемлемые для практики результаты.

На основе модели с кусочно-постоянными функциями инновации и имитации попробуем уточнить прогноз с учетом известных данных о рецессии.

В США определением рецессии занималась специальная негосударственная организация – National Bureau of Economic Research (NBER), которая анализировала ситуацию ровно 1 год. 1 декабря 2008 г. она официально объявила, что рецессия в США началась в декабре 2007 г., а основными ее признаками стали рост безработицы и снижение личных доходов граждан. Рецессия в экономике США завершилась в июне 2009 г. Об этом говорится в официальном пресс-релизе бюро National Bureau of Economic Research (NBER). Правда, согласно рис. 3 восстановление произошло примерно в IV квартале 2010 г.

Максимальный спад в расходах граждан на товары длительного пользования наблюдается в IV кв. 2008 г. и относительно IV кв. 2007 г. составляет 12,3 %. Пользуясь V-сценарием восстановления расходов граждан на товары длительного пользования, можно сказать, что среднее снижение за период рецессии (половина высоты прямоугольника, основание которого – 3 года) составит 6,15 %. Для сопоставимости данных о годовых объемах продаж ветро-генераторов и ежеквартальных данных (см. рис. 3) будем считать, что спад произошел в начале 2008 г., а восстановление – в конце 2010 г.

Границы сегментов в первоначальном общем времени следующие: $[\alpha_1 = 0, \beta_1 = 29)$, $[\alpha = 29, \beta_i = 32)$, $\alpha_i = \beta_{i-1}$, $i = \overline{2, 3}$. Во второй сегмент попали два отсчета: продажи за 2008 г. (первоначальное общее время $t = 30$, локальное время $t' = (t - 29)(1 - 0,0615) = 0,9385$, откорректированное общее время: $29 + 0,9385 = 29,9385$) в объеме 10 386 установок; продажи за 2009 г. ($t = 31$, $t' = 0,9385(t - 29) = 1,877$, откорректированное общее время: $29 + 1,877 = 30,877$) в объеме 9800 установок. С учетом этого произведена идентификация параметров модели по десяти точкам. Результаты приведены в табл. 3. Интересно отметить, что эти результаты практически не отличаются от тех, что приведены в работе [9], где идентификация выполнялась без учета рецессии. Это можно объяснить тем, что несмотря на рецессию, спад расходов на приобретение товаров длительного пользования в США был невелик.

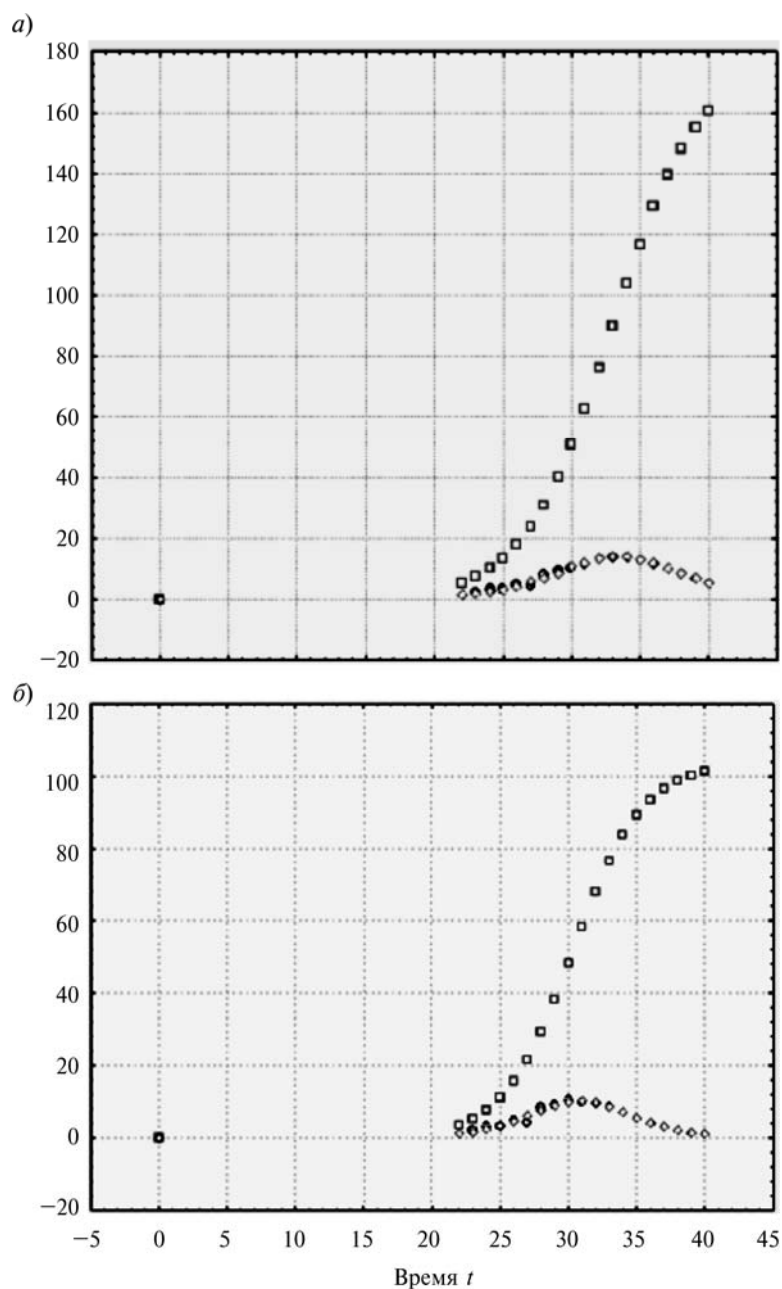


Рис. 2. Прогноз продаж малых ветрогенераторов в США:
 а) Ni_Ni_1 – продажи за i -период; $pred_Ni_Ni_1$ – прогноз продаж за i -й период;
 $pred_Ni$ – прогноз кумулятивных продаж за i периодов (2010 г.);
 б) $pr_Ni_Ni_1$ – прогноз продаж за i -й период;
 pr_Ni – прогноз кумулятивных продаж за i периодов (2011 г.)
 а) (○) – Ni_Ni_1 , (□) – $pred_Ni$, (◇) – $pred_Ni_Ni_1$;
 б) (○) – Ni_Ni_1 , (□) – pr_Ni , (◇) – $pr_Ni_Ni_1$

Как видно из рис. 2,б, на прогнозируемом графике продаж также наблюдается точка максимального проникновения. Момент ее появления уже пройден ($t = 30$, что соответствует 2008 г.).

Выводы. 1. Среди отраслей электроэнергетики, основанных на возобновляемых источниках, ветроэнергетика по доле, темпам прироста и себестоимости производимой электроэнергии входит в число лидеров.

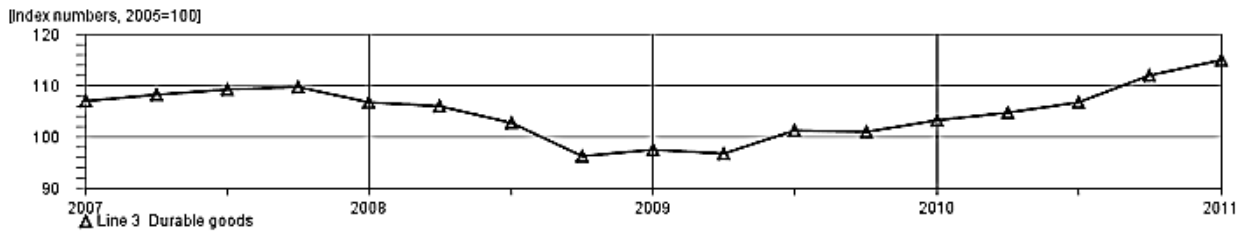


Рис. 3. Динамика индексов роста реальных расходов на личное потребление товаров длительного пользования в США (база сравнения – 2005 г.)

Таблица 3

Результаты идентификации параметров модели с кусочно-постоянными функциями инновации и имитации

Model is: $N_i - N_{i-1} = m(1 - \text{Exp}(-(p + q)t)) / (1 + (q/p)\text{Exp}(-(p + q)t)) - (1 - \text{Exp}(...))$
 Dependent variable: $N_i - N_{i-1}$ Independent variables: 1
 Loss function: least squares
 Final value: 4,59126605
 Proportion of variance accounted for: ,96115645 $R = ,98038587$

	Estimate	Standard – error	t-value – df= 7	p-level	Lo. Conf – Limit	Up. Conf – Limit
<i>m</i>	104,0727	21,73	0	0	52,6746162	155,470787
<i>p</i>	0,000002	0	0	0	0,00000244	0,00000244
<i>q</i>	0,394655	0,06	0	0	0,239879229	0,54943097

2. В России, в отличие от многих европейских стран, нет дефицита источников энергии. Поэтому здесь энергетика на основе возобновляемых источников энергии только начинает развиваться. В то же время громадные территории России сегодня не охвачены централизованным электроснабжением. Причина – в больших расстояниях, вследствие чего подключение поселений к энергосистемам невыгодно. В этих условиях энергетика на основе возобновляемых источников энергии (в том числе ветроэнергетика) представляется разумным решением.

В России заинтересованные в развитии ветроэнергетики организации объединяются в российскую ассоциацию ветроиндустрии (РАВИ). Сайт ассоциации (<http://rawi.ru>) содержит информацию о российском законодательстве, новостях и намечаемых мероприятиях в области ветроэнергетики, но, к сожалению, малая ветроэнергетика здесь пока не представлена.

3. На пути развития ветроэнергетики существует ряд проблем и основная из них –

дороговизна преобразования энергии ветра в энергию промышленного качества. Здесь требуются технические и технологические инновации. Кроме этого важны благоприятствования в налоговой и тарифной политике.

4. Рынок ветровых систем малой энергетики является рынком инновационного продукта. Продажи на таком рынке напоминают процесс распространения эпидемий: у потребителей еще не сформировалась модель полезности для такого продукта и их поведение не отличается рациональностью. В таких условиях оправдано применение формальной диффузионной модели.

5. Прогноз продаж малых ветроэнергетических установок в США в рамках базовой модели диффузии инноваций Басса показал: уточненная средняя потенциальная емкость рынка малых ветряных турбин США составляет приблизительно 103 тыс. установок (максимальная составляет 150 тыс. при доверительной вероятности 0,975). Точка максимального проникновения уже пройдена в 2008 г.

6. Введение дополнительных льгот, совершенствование технологии, драматичные прогнозы удорожания стоимости энергии от традиционных источников, недавние катастрофические события в Японии и связанные с этим планы пересмотра программ развития электро-

энергетики ряда стран (в частности, разрушенную АЭС Фукусима-1 планируют заменить ветрогенераторами) – все это способно увеличить потенциальную емкость рынка систем ветроэнергетики, что выводит за пределы базовой модели диффузии инноваций Басса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Stimmel, Ron.** Status of the U.S. Small-Wind Market [Electronic resource] / Ron Stimmel. – URL: www.awea.org/smallwind

2. **Bass, Frank M.** A new product growth model for consumer durables [Text] / Frank M. Bass // *Management Science*. – 1969. – Vol. 15, no. 5 (January). – P. 215–227.

3. **Srinivasan, V.** Nonlinear least squares estimation of new product diffusion model [Text] / V. Srinivasan, C.H. Mason // *Marketing Science*. – 1986. – 5 (2). – P. 169–178.

4. **Schmittlein, D.C.** Maximum likelihood estimation for an innovational diffusion model of new-product acceptance [Text] / D.C. Schmittlein, V. Mahajan // *Management Science*. – 1982. – 1 (1). – P. 57–78.

5. **Mahajan, V.** A simple algebraic estimation procedure for innovation diffusion models of new product acceptance [Text] / V. Mahajan, S. Sharma // *Technological Forecasting and Social Change*, 30 (1986). – P. 331–346.

6. **Mahajan, V.** An evaluation of estimation procedures for new product diffusion models [Text] / V. Mahajan, C.H. Mason, V. Srinivasan // *Innovation Diffusion Models of New Product Acceptance* / V. Mahajan and Y. Wind (eds.). – Ballinger Cambridge, Massachusetts, 1986. – P. 203–232.

7. **Чуркин, В.И.** Прогнозирование продаж малых ветрогенераторов на основе модели диффузии инноваций Басса [Текст] / В.И. Чуркин // Оценка эффективности инновационных проектов в энергетике с учетом их общественной значимости: матер. Всерос. науч. конф. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – С. 113–129.

8. **Stimmel, Ron.** 2010 Small Wind Turbine Global Market Study [Electronic resource] / Ron Stimmel. – URL: www.awea.org/smallwind

9. **Чуркин, В.И.** Прогноз продаж инновационной продукции на примере малых ветрогенераторов [Текст] / В.И. Чуркин // Современные методы обеспечения эффективности и надежности в энергетике: сб. науч. тр. Всерос. конф. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С. 12–28.

10. **Чуркин, В.И.** Прогнозирование продаж систем «умный дом» на основе модели диффузии инноваций Басса [Текст] / В.И. Чуркин // Стратегическое управление организациями: особенности малых предприятий: сб. науч. тр. Всерос. конф. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – С. 230–240.

11. **Делицин, Л.Л.** Некоторые иерархические многостадийные модели распространения нововведений [Текст] / Л.Л. Делицин // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Серия «Экономические науки». – 2009. – № 5-1 (85). – С. 279–287.

12. **Mahajan, V.** New-Product Diffusion Models [Text] / V. Mahajan, Y. Wind, E. Muller (eds.) // *International Series in Quantitative Marketing*, 1 (2000) Kluwer Academic Publishers, Boston.

13. **Хабачев, Л.Д.** Внедрение объектов малой энергетики как путь повышения эффективности региональных энергетических систем [Текст] / Л.Д. Хабачев, У.И. Плоткина // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Серия «Экономические науки». – 2012. – № 2-1 (144). – С. 13–18.

14. **Малинина, Т.В.** Комплексный подход к оценке эффективности систем поддержки развития возобновляемых источников энергии [Текст] / Т.В. Малинина, М.С. Шклярчук // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Серия «Экономические науки». – 2012. – № 4 (151). – С. 220–224.