

Оптимизация параметров инновационного процесса, модулированного длинными волнами хозяйственного цикла

© 2010 В.А. Лаврентьев

кандидат экономических наук, профессор

Нижегородский государственный лингвистический университет

© 2010 А.В. Самойлов

© 2010 М.В. Богданенок

Волжский государственный инженерно-педагогический университет,
г. Н. Новгород

E-mail: lavr66@mail.ru, a-sam@km.ru, laohu2004@bk.ru

Авторами предложен подход, обеспечивающий оптимизацию параметров инновационного процесса. Реализация подхода базируется на количественном определении показателей модернизированности общества и инновативности промышленных предприятий, а также на количественных характеристиках точек рыночной тяги, технологического толчка и ликвидации новшества, определенных на основе установления взаимосвязи изменения показателей и длинных волн хозяйственного цикла.

Ключевые слова: оптимизационная модель, индексы инновативности и модернизированности, этапы инновационного процесса, рыночная тяга, технологический толчок, ликвидация новшества, хозяйственная конъюнктура и теория предвидения Н.Д. Кондратьева.

Анализ инновационного процесса (рис. 1) позволил выделить и сформировать показатели, влияющие на его эффективность. Такими показателями, как мы полагаем, следует считать:

- точку рыночной тяги;
- точку технологического толчка;
- точку ликвидации новшества (снятие новшества с производства).

Существует подход, при котором установлено, что обозначенные показатели определяют

этапы инновационного процесса (см. таблицу) и его линейную модель (рис. 2)¹.

К недостаткам существующего подхода следует отнести отсутствие количественных характеристик обозначенных показателей, формируемых в дальнейшем в индексы инновативности и модернизированности. Трудность их количественной оценки заключается в том, что в динамике они представляют собой реализации случайного процесса, характеризуемого стационар-

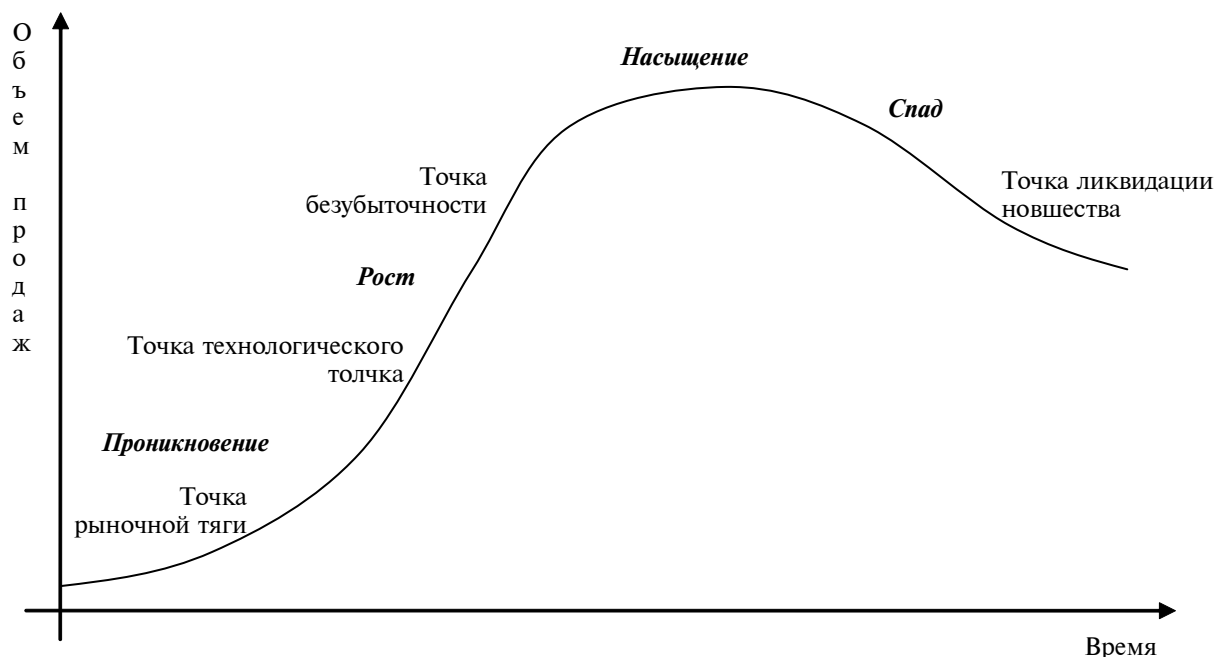


Рис. 1. Жизненный цикл инновационного продукта

Этапы инновационного процесса

№ п/п	Этап	Смысл этапа	Объекты ИС в проекте	Ключевые участники
1	Идея	Ответ на запрос рынка - "рыночная тяга" Рыночное предложение - "рыночный толчок"	-	Ученые, изобретатели
2	НИР	Снятие риска несоответствия законам природы	Изобретения	Ученые, изобретатели
3	НИОКР	Снятие риска нереализуемости при данном уровне развития общих технологий	Изобретения, полезные модели, ноу-хау	Ученые, инженеры, конструкторы, технологи
4	Прототип	Снятие риска несоответствия условиям производства на конкретном предприятии	Изобретения, полезные модели, промышленные образцы	Маркетологи, инженеры, конструкторы, технологи, дизайнеры
5	Малая серия	Снятие риска несоответствия рыночному запросу, разработка технологии производства, начало продаж (технологический толчок)	Полезные модели, промышленные образцы, ноу-хау, товарные знаки	Менеджеры, маркетологи, дизайнеры, логистики, конструкторы, инженеры
6	Серийное производство	Снятие риска несоответствия спроса и предложения	Товарные знаки	Менеджеры, экономисты, технологи, логистики, рабочие
7	Продажи	Дистрибуция продукта, получение дохода		Менеджеры, экономисты, логистики, дистрибьюторы, консультанты, продавцы
8	Обслуживание	Сервис, получение дохода		Менеджеры, экономисты, логистики, консультанты
9	Ликвидация новшества	Определение оптимальной точки ликвидации новшества		Экономисты, математики

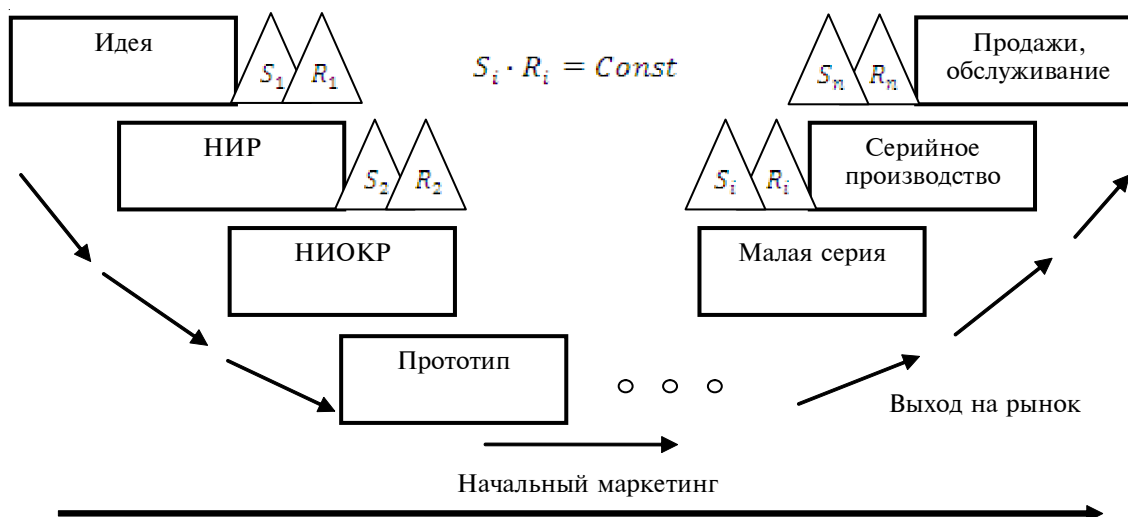


Рис. 2. Линейная модель инновационного процесса

ностью, ординарностью, эргодичностью и отсутствием последействия.

Приведенный в формате научных исследований авторов статьи мониторинг индексов инновативности и модернизированности (рис. 3) позволил выдвинуть гипотезу о том, что изменение индексов модулировано повышающей волной большого цикла хозяйственной конъюнктуры и теории предвидения Н.Д. Кондратьева².

Анализ изменений развития высокотехнологичных промышленно-экономических систем позволил идентифицировать указанные изменения большими волнами экономических циклов, что подтверждает гипотезу о детерминированности изменений индексов инновативности и модернизированности промышленных предприятий. При этом ранее упомянутый случайный процесс развития инноваций установлен стационарным, ординарным и эргодич-

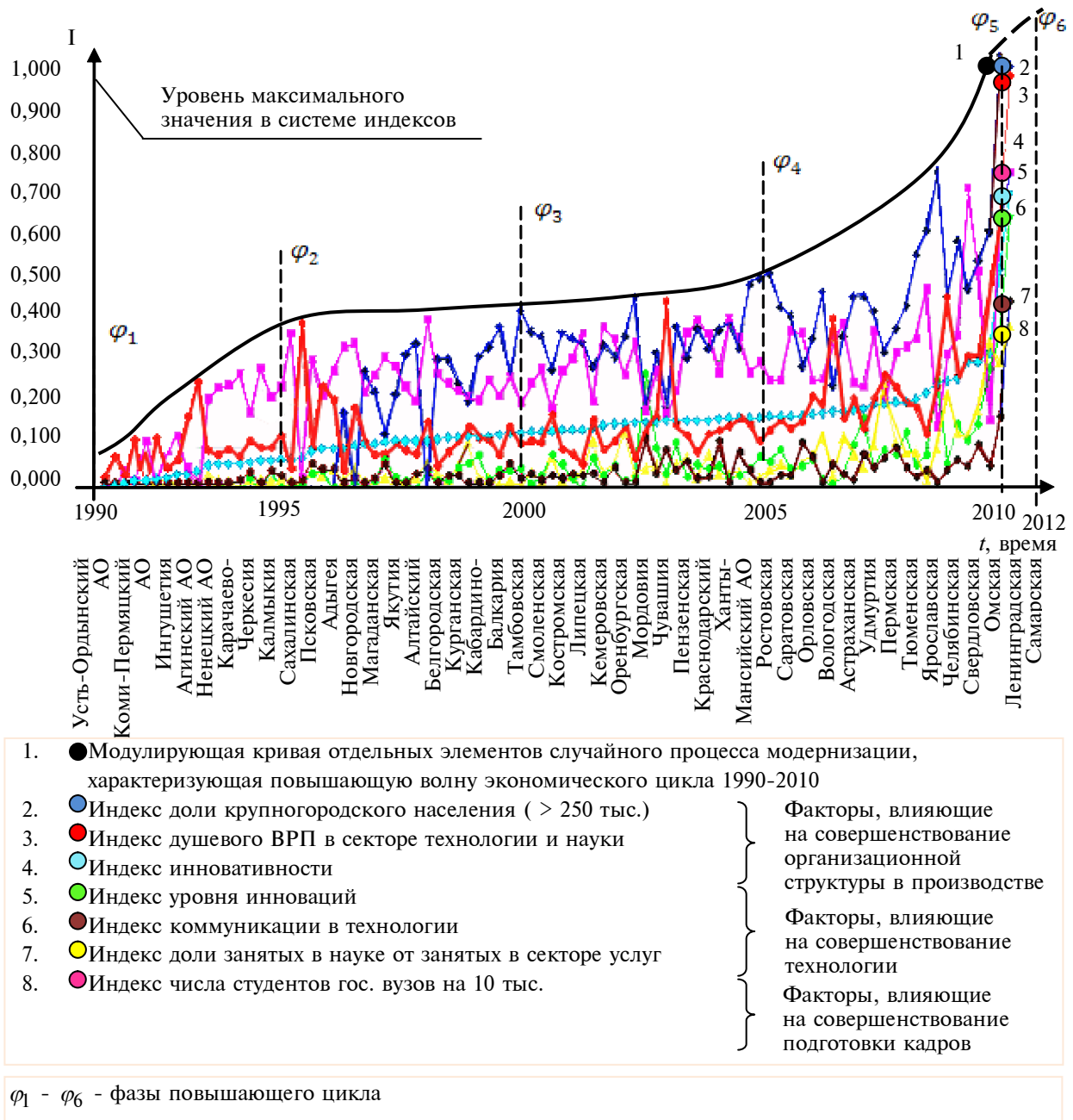


Рис. 3. Рейтинг субъектов РФ по величине индексов модернизованности общества и производства

ным, что позволило разработать подход к количественному определению показателей модернизованности общества и инновативности промышленных предприятий, а также количественных показателей (именуемых в дальнейшем параметрами) точек рыночной тяги, технологического толчка и ликвидации новшества (см. рис. 3).

В исследовании разработан метод оптимизации параметров инновационного процесса.

Оптимизация этапа рыночного предложения

Этап, характеризуемый рыночной тягой, выглядит как стохастический процесс, который

характеризуется вероятностью продаж в различных сегментах рынка. Математически целевая функция будет описываться формулой полной вероятности при ограничениях вероятностного и дифференциального характера.

$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(H_i)P\left(\frac{A}{H_i}\right) \rightarrow \max, \quad (1)$$

где A - событие, означающее рыночный запрос, который произойдет в сегменте рынка

$$H_i, i = \overline{1, n};$$

$P\left(\frac{A}{H_i}\right)$ - условная вероятность продажи высоко-

котехнологического продукта в сегменте

$H_i, i = \overline{1, n}$;

$P(H_i)$ - вероятность существования сегмента

$H_i, i = \overline{1, n}$.

При ограничениях:

- по вероятности $P\left(\frac{A}{H_i}\right) \geq P_{\min}$;

- по различию сегментов

$$|\rho(a_i, a_j) - \rho(a_i, a_k)| \leq \xi_p,$$

где ξ_p - величина, интерпретирующая нижний уровень дезагрегирования множества H на элементы, выбирается опытным путем. Преобразуя целевую функцию и ограничения в стандартный вид, получаем задачу целочисленного линейного программирования с системой ограничений.

Оптимизация этапа малой серии

По завершению этапа рыночного предложения, необходимы значительные объемы финансовых, интеллектуальных, технических и иного вида ресурсов для осуществления технологического толчка, предваряющего малую серию. Построение оптимизационной математической модели выглядит следующим образом. Для формирования целевой функции и ограничений введем следующие обозначения:

X - случайная величина, описывающая выплаты по осуществлению технологического толчка. Следует заметить, что существует возможность отклонения между плановыми и фактическими выплатами. Это отклонение случайно и может принимать как положительное, так и отрицательное значение. Реализация положительного отклонения являет собой неблагоприятный исход. Опасность неблагоприятного исхода при реализации технологического толчка назовем финансовым риском, идентифицирующим целевую функцию:

u_0 - собственные средства производителя;

U_H - объем инвестиций в инновационный проект.

Обозначим целевую функцию как неравенство вида:

$$\psi(u_0, U_H) = P(u_0 + U_H - X < 0). \quad (2)$$

Тогда $\psi(u_0, U_H, F_x)$ - риск разорения. Разделяют статистические задачи оценки риска разорения и динамические, где риск разорения

рассматривается во времени³. Оптимизационная процедура основана на решении неравенства Лундберга при итерационном процессе нахождения оптимального значения u_0 .

Обычно, практически невозможно точно вычислить вероятность разорения $\psi(u_0, U)$. Тем не менее, существует некоторая оценка сверху для вероятности разорения. Эта оценка основана на неравенстве Лундберга.

$$\psi(u_0) \leq e^{-Ru_0}, \quad (3)$$

где u_0 - начальные активы производителя;

R - параметр, называемый поправочным коэффициентом.

Преимущество (3) состоит в том, что при больших значениях достигаемая аппроксимация для вероятности разорения достаточно точна, кроме того, неравенство (3) просто в применении.

Поправочный коэффициент R неравенства Лундберга (3) находится как единственный положительный корень уравнения

$$Me^{RX_i} = 1 + (1 + \theta)MX_i \cdot R_i, \quad (4)$$

где $Me^{RX_i} = \int_0^{\infty} e^{Rt} dF_{X_i}(t)$, θ - надбавка безопасности;

MX_i - среднее ожидаемое значение выплат на осуществление технологического толчка;

F_{X_i} - функция распределения выплат;

X_i - выплата за i -ю часть организационно-технических мероприятий по осуществлению технологического толчка;

θ - относительная надбавка за риск в конкретной инновационной ситуации.

Оптимизация периода ликвидации новшества

На рис. 4 точка ликвидации новшества находится на стадии спада объема продаж новшества. Количественного подхода к относительно точному определению момента прекращения производства новшества в специальной литературе не встречается. Существует только набор рекомендаций, когда следует прекратить внутренние инвестиции, осуществляемые из прибыли предприятия на модернизацию новшества. В основном эти рекомендации сводятся к допустимой максимальной доли от прибыли⁴. В исследовании рассматривается некий процесс затухания колебаний объема продаж, зависящий от величины и времени вложений в модернизацию производственного процесса выпуска новшества. Этот процесс изображен на рис. 4 и

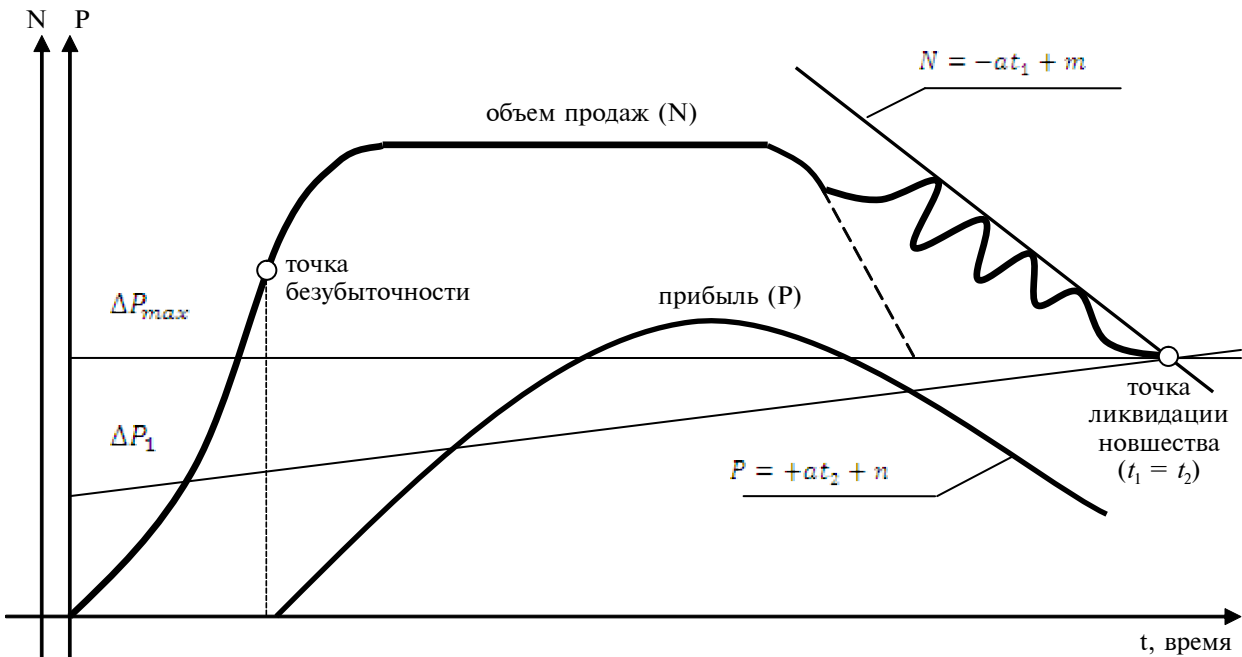


Рис. 4. Пролонгирование времени продаж новшества

отождествляет пролонгирование времени продаж новшества.

Предложенный подход количественного определения точки ликвидации новшества в своей основе и сущности базируется на теории полезности.

Оптимизационная модель определения точки ликвидации новшества базируется на логарифмическом декременте затухания.

Введем обозначения:

$$N(t) = N_A \cdot \sin \omega t \cdot \Delta_3, \quad (5)$$

где $N(t)$ - текущее значение объема продаж на стадии спада;

N_A - амплитудное значение объема продаж;

$\sin \omega t$ - синусоидальная кривая изменения объема продаж при инвестициях на стадии спада (где

$\omega = \frac{1}{f}$, f - частота внутренних инвестиций);

Δ_3 - декремент затухания (в рассматриваемом случае $\Delta_3 = e^{-\lambda t}$, где λ - показатель скорости затухания);

$N = -at_1 + m$ - уравнение линейной зависимости объема продаж на стадии “активной внутренней инвестиции”, являющееся касательной к максимальным значениям затухающего колебательного процесса.

$P = at_2 + n$ - уравнение линейной зависимости внутренних инвестиций от времени.

Точка пересечения прямых на графике является основанием для принятия решений о ликвида-

ции новшества. Целевая функция оптимизации момента ликвидации новшества выражается максимизацией логарифмического декремента затухания:

$$\lambda = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} \rightarrow \max. \quad (6)$$

Ограничением является максимально возможное падение производства при максимальных внутренних инвестициях, графически оно представлено точкой пересечения прямых на графике (см. рис. 4).

Математической моделью оптимизации интервала (точки) ликвидации новшества является система уравнений с общей точкой $t_1 = t_2$, означающей момент ликвидации. Ограничениями выступают объемы инвестиций.

Предложенный в исследовании комплекс оптимизационных процедур позволяет сформировать методологию повышения эффективности инновационной деятельности.

1. Инновационный бизнес: формирование моделей коммерциализации перспективных разработок: учеб. пособие / В.А. Антоненко [и др.]; под ред. К.А. Хомкина. М., 2009.

2. Любушин Н.П. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М., 2005.

3. Математико-экономическая методология анализа рисков видов страхования / В.Н. Салин [и др.]. М., 1997.

4. Круглов М.Г. Инновационный проект: управление качеством и эффективностью: учеб. пособие. М., 2009.

Поступила в редакцию 01.07.2010 г.