

Управление эффективностью инновационного процесса на предприятии на основе логистической кривой

В статье рассматриваются проблемы управления инновационным процессом на предприятии. Анализируются теоретические основы технико-экономического прогнозирования инновационных процессов. Специальное внимание уделено проблемам организации инновационного процесса на предприятии. Предлагается новый подход к оценке экономической эффективности инновационных проектов.

Ключевые слова: инновационный процесс на предприятии, инновационное развитие, инновационно-инвестиционный проект, эффективность инновационного проекта.

Введение. Управление инновационным процессом на предприятии требует адекватной оценки эффективности управленческих решений. Правильный расчёт экономического эффекта инновационных проектов является залогом верных хозяйственных решений при выработке стратегии обновления производства [1, с. 257]. Основным недостатком существующих методов оценки экономической эффективности инновационно-инвестиционных проектов есть единый подход к учету денежных потоков, поскольку именно отличия в характере инвестиций стали основанием выделения подходов к оценке экономической результативности вложений в сферу НИОКР.

Постановка задачи. Целью данной статьи является разработка теоретико-методических подходов к оценке эффективности инновационных процессов на основании логистической кривой. Достижение поставленной в работе цели требует решения ряда задач, основными среди которых являются: выбор ориентиров в прогнозировании технико-экономических характеристик инновационного процесса на предприятии; выбор методов оценки экономической эффективности инновационных проектов.

Результаты. Инновации как результат экономической завершенности инновационного процесса должны рассматриваться как временное технико-экономическое преимущество. Из этого следует необходимость обеспечения непрерывности процесса создания, освоения и производства новых видов продукции, т. е. инновационного процесса [3, с. 97–98]. Очевидно, что такая постановка задачи требует решения таких вопросов, как определение границ предыдущего и начала нового инновационного процесса на предприятии. Мы предлагаем исходить из того, что на протяжении своего жизненного цикла вышедшая на рынок инновационная продукция в какой-то момент времени перестаёт быть инновационной, а действия производителя, связанные с ней, не относятся к инновационному процессу. Как отмечает В. Соловьёв, «в условиях острой конкуренции производитель продукции вынужден не только проводить исследования рынка, но и прогнозировать степень рыночной устойчивости новой продукции» [4, с. 215].

Боронос Виктория Георгиевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры финансов Сумского государственного университета; Антонюк Наталья Анатольевна, ассистент кафедры финансов Сумского государственного университета.

© В.Г. Боронос, Н.А. Антонюк, 2010

Моделирование инновационных процессов на предприятии должно основываться на синтетических параметрах, учитывающих динамичные характеристики эндогенного и экзогенного характера. К первым можно отнести различные виды рисков, сопровождающие продвижение научно-технического продукта по этапам инновационного процесса. Ко вторым – изменение ёмкости рынка инновационной продукции.

Классическая логистическая кривая (кривая Ферхюльста-Перла) изначально была предназначена для описания биологических процессов. Однако она успешно используется в качестве инструмента научно-технического и экономического прогнозирования (Г. Хауштейн (1971 г.), Э. Янч (1974 г.), И. Кравцов (1975 г.), Дж. Мартино (1983 г.)), а также маркетинга инноваций (Ильяшенко С.Н.) [2, с. 316]. В работе [5, с. 176–186] различные модели приращения информации описываются функцией, имеющей графическое представление в виде S-образной кривой. И.Кравцов использует логистическую кривую для моделирования процесса обновления флота [6, С. 96]. В. Соловьёв использует уравнение логистической кривой для построения модели распространения инноваций [4, с. 424]. В работе [5, с. 180] на основании логистической кривой прогнозируется процесс насыщения населения потребительскими товарами.

Заметим, что указанные модели, основывающиеся на логистической кривой, описывают процессы макроуровня. На наш взгляд, как с теоретической, так и с практической точки зрения интерес представляет собой возможность использования S-образной кривой для моделирования инновационных процессов на отдельном предприятии. Уравнение логистической кривой имеет вид

$$y = \frac{A}{1 + Be^{-Ct}}, \quad (1)$$

где A – предельное значение изменения кривой по амплитуде; B – параметр уравнения; C – предел изменения функции по времени; t – время [7, с. 92].

Величина, представленная отношением $\frac{\ln B}{C}$, характеризует момент времени, в который происходит излом логистической кривой в сторону снижения темпа роста производства. Физически этот момент времени должен означать вывод нового образца изделия или смену технологии, которому должен предшествовать цикл НИОКР по разработке нового изделия или освоения технологии (рис. 1).

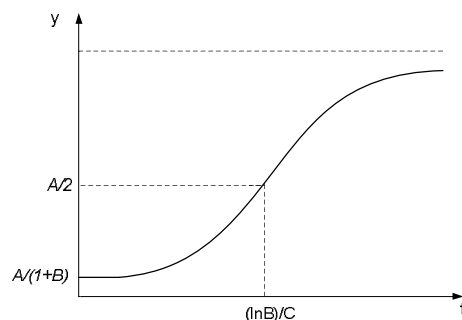


Рис. 1. Симметричная логистическая кривая

Возрастающий начальный период логистической кривой характеризует освоение производства и выпуск на рынок новых образцов научно-технической продукции. Второй отрезок кривой показывает этап интенсивного наращивания темпов производства. Последний этап, период насыщения, характеризуется снижением темпов производства конкретного образца изделия и указывает на необходимость перехода на производство нового изделия или освоение новой технологии.

В работе И. Иванова справедливо замечена возможность описания с помощью логистической кривой динамики рынков и прогнозирования роста компаний в странах с развивающейся экономикой [8, С. 52]. На наш взгляд, такого рода экономическая интерпретация параметров логистической функции целесообразна в качестве инструмента анализа и прогнозирования потенциального рынка сбыта как такового и ограничивает возможности её использования для моделирования инновационного процесса на микроуровне, поскольку для отдельного предприятия границы потенциального рынка далеко не определяют будущие объёмы производства.

Мы предлагаем в качестве момента окончания инновационного процесса рассматривать точку изгиба логистической кривой. Поскольку она предстает насыщению рынка и указывает на начало снижения темпов роста объёмов производства, на наш взгляд, целесообразно рассматривать точку изгиба в качестве *горизонта инновационности продукции*.

С целью учёта производственно-коммерческих особенностей отдельного предприятия в моделировании процессов распространения инновационной продукции мы считаем целесообразным введение в уравнение логистической кривой корректировочного коэффициента, отражающего влияние конкурентного риска (k_{ir}) на темпы производства инновационной продукции. Выбор формы k_{ir} обусловлен необходимостью отражения влияния возрастающего значения конкурентного риска в первые годы распространения инновационной продукции на наклон логистической кривой, что достигается выражением k_{ir} через функцию типа $1/(1-x)$ (рис. 2).

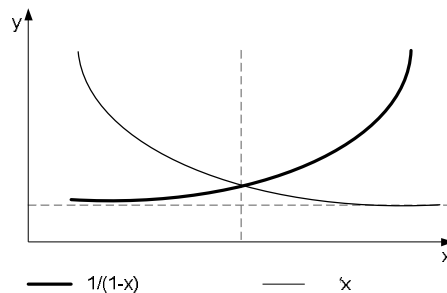


Рис. 2. Кривые изменения конкурентного риска на этапе распространения инновационной продукции

Таким образом, уравнение логистической кривой, учитывающей влияние конкурентного риска на объёмы производства инновационной продукции, может быть представлено в виде

$$P(t) = \frac{L}{1 + \omega \cdot \{\exp(-vt)\} k_{ir}}, \quad (2)$$

где $P(t)$ – объём производства в момент времени t ; L – потенциальная ёмкость рынка предприятия; v – параметр, характеризующий средние темпы производства в первые годы производства инновационной продукции; t – время; ω – безразмерная величина, характеризующая возможность относительного роста темпов производства; k_{ir} – коэффициент, отражающий влияния конкурентного риска на темпы производства инновационной продукции, определяемый как

$$k_{ir} = \frac{1}{1-r}, \quad (3)$$

где r – значение конкурентного риска.

Очевидно, что учёт влияния указанных факторов сказывается на виде логистической кривой. Заметим, что сдвиг кривой может происходить исключительно вправо и вниз, поскольку симметричная логистическая кривая является своего рода пределом максимально возможных темпов изменения объёмов производства (рис. 3).

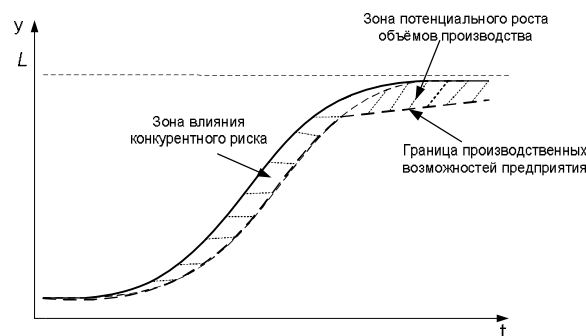


Рис. 3. Логистическая кривая распространения инновационной продукции предприятия

Предлагаемый подход к оценке экономической эффективности инновационных проектов основан на следующих положениях: 1) денежные потоки инновационного проекта в зависимости от стадии жизненного цикла продукции неравнозначны по качественным характеристикам и требуют различных подходов к их учёту; 2) ЧТС инвестиционного проекта инновационной направленности определяется исходя из дифференцированного подхода к учёту денежных потоков; 3) в качестве $ДП^{инн}$ проекта учитываются только те денежные потоки, которые обусловлены инновационностью продукта за период $T_{пр}^{инн}$, когда продукт является на рынке действительно новым или усовершенствованным.

Использование дифференцированной ставки дисконтирования при оценке денежных потоков по этапам инновационного проекта, определяемой одним из двух способов.

1. Норма дисконта включает «надбавку» за высокую степень риска.

В работе [9] для определения надбавки за риск предлагают использовать один из следующих подходов.

- Надбавка за риск определяется исходя из группы инвестиций (табл. 1).

Таблица 1 – Определение нормы дисконтирования по группам инвестиций [9]

Характеристика группы инвестиций	Норма дисконта, %
Замещающие инвестиции первого вида (новые машины или оборудование, транспортные средства, которые будут выполнять функции, аналогичные замещаемому оборудованию)	<i>WACC</i>
Замещающие инвестиции второго вида (новая техника, технологически более совершенная)	<i>WACC</i> + 3%
Замещающие инвестиции третьего вида (новые мощности вспомогательного производства)	<i>WACC</i> + 6%
Новые инвестиции первого вида (новые мощности или оборудование для основного производства, с помощью которых будут производиться ранее выпускавшиеся продукты)	<i>WACC</i> + 5%
Новые инвестиции второго вида (новые мощности или машины, связанные с новым производством на данном предприятии)	<i>WACC</i> + 8%
Новые инвестиции третьего вида (новые мощности или поглощение (приобретение) других фирм, которые не связаны с действующим производственным процессом)	<i>WACC</i> + 15%
Инвестиции в НИР прикладного характера	<i>WACC</i> + 10%
Инвестиции в НИР фундаментального характера	<i>WACC</i> + 20%

- Определение «среднего класса» инноваций.

В условиях практической деятельности отдельного предприятия, на наш взгляд, надбавку за риск целесообразнее определять исходя из шкалы вероятностей завершения инновационного проекта по его основным этапам.

Для *y*-го шага расчёта коэффициент дисконтирования с изменяющейся нормой дисконта будет иметь вид

$$a_y^{unn} = \frac{1}{(1 + (WACC + \lambda_0))^{\Delta_0} (1 + (WACC + \lambda_1))^{\Delta_1} \dots (1 + (WACC + \lambda_y))^{\Delta_y}}, \quad (4)$$

где λ_y – относительная величина, превышение на которую средневзвешенной стоимости капитала обеспечивает рост стоимости капитала, т.е. данная величина является обязательным условием экономического роста предприятия.

Значения вероятности завершения инновационного процесса (ρ) по его основным этапам и соответствующие значения величины λ , определяемой следующим образом:

$$\lambda_y = \frac{\lambda_b}{\rho_y}, \quad (5)$$

где λ_b – базовая (минимально требуемая) доходность для инновационного проекта данного вида; ρ_y – вероятность завершения инновационного проекта, определяемая экспертным путём и изменяющаяся в зависимости от этапа инновационного процесса; λ_y – надбавка к норме дисконтирования для *y*-го этапа инновационного процесса.

Введение в знаменатель коэффициента дисконтирования величины λ_y , обусловлено необходимостью отражения в норме дисконтирования требуемого уровня доходности на инвестированный капитал в инновации (таблица 3).

Таблица 3 – Определения величины λ для этапов инновационного процесса

Показатели / Этапы проекта	Способ определения показателя	НИР	Опытные работы	Конструкторские работы	Производство	Реализация продукции
ρ	экспертным путём	0,2	0,4	0,6	0,8	1
λ_y (%)	$\frac{\lambda_b}{\rho_y}$	25	12,5	8,33	6,25	5

Исходя из вышеприведенных рассуждений, определение $ЧТС^{инн-инв}$ можно представить в виде

$$ЧТС^{инн-инв} = \sum_{y=0}^{T_{np}^{инн}} (D_y^{инн} - Z_y^{инн}) \alpha_y^{инн} + \sum_{\omega > T_{np}^{инн}}^{T_{np}^{\phi}} (D_{\omega}^{инв} - Z_{\omega}^{инв}) \alpha_{\omega}^{инв}, \quad (6)$$

где $T_{np}^{инн}$ – прогнозное значение горизонта инновационности продукции; T_{np}^{ϕ} – жизненный цикл инновационно-инвестиционного проекта предприятия; $D_{\omega}^{инв}$ – доходы проекта в ω -й год, полученные после $T_{np}^{инн}$; $Z_{\omega}^{инв}$ – затраты проекта в ω -й год, понесённые после $T_{np}^{инн}$; $\alpha_{\omega}^{инв}$ – коэффициент дисконтирования в ω -й год; $D_y^{инн}$ – «инновационные» доходы в y -й год; $Z_y^{инн}$ – «инновационные» затраты в y -й год; $\alpha_y^{инн}$ – коэффициент дисконтирования в y -й год.

Такой подход к определению $ЧТС$ имеет ряд *преимуществ*: используется меньшее количество значений, определяемых экспертным путём, т. е. носящих субъективный характер; экспертами могут выступать руководители предприятия и ведущие специалисты инженерно-технического персонала; значения вероятности завершения инновационного проекта (ρ) по его основным стадиям будут носить оперативный характер, поскольку эта информация эндогенного характера; возможна корректировка значений вероятности по отдельным проектам в зависимости от степени риска; предлагаемый подход позволит создать гибкую систему показателей эффективности инновационных проектов предприятия; позволяет обоснованно дифференцировать норму дисконтирования денежного потока (оттока или притока) в зависимости от этапа инновационного проекта.

2. Учёт вероятности завершения инновационного проекта в оценке экономической эффективности предполагает расчёт поправочного коэффициента:

$$k_i = 1 + \frac{n - m}{n}, \quad (7)$$

где k_i – коэффициент незавершённости, отражающий отношение незавершённых этапов к общему количеству этапов инновационного процесса; n – количество этапов

инновационного процесса; $m = 0, 1, 2, \dots, n$ – количество реализованных этапов инновационного процесса.

$ЧТС^{инн-инв}$ с учётом коэффициента незавершённости в норме дисконта примет вид

$$ЧТС^{инн-инв} = \sum_{y=0}^{T_{пр}^{инн}} \frac{(D_y^{инн} - Z_y^{инн})}{(1+k_{H_0})^{\Delta_0} \dots (1+k_{H_y})^{\Delta_y}} + \sum_{\omega > T_{пр}^{инн}} \frac{(D_{\omega}^{инв} - Z_{\omega}^{инв})}{\alpha_y^{инн} (1+i)^{\Delta_{\omega}}}. \quad (8)$$

На основании предлагаемого подхода к определению показателей эффективности проанализирован инновационно-инвестиционный проект ОАО «СНПО им. Фрунзе», связанный с разработкой и производством газоперекачивающих агрегатов в ангарных укрытиях (ГПА (АУ)). Опуская промежуточные расчёты, скажем, что использование предложенного подхода к разграничению денежных потоков проекта по признаку инновационности увеличивает дисконтированный срок окупаемости с 8,865 до 8,911 года и снижает $ЧТС$ проекта на 56,747 млн грн по сравнению с аналогичными показателями, определёнными с помощью распространённого подхода. Отклонение полученных значений связано с учётом риска, значение которого наибольшее на начальных этапах инновационного процесса и уменьшается с успешной реализацией последующих этапов инвестиционного проекта.

Выводы. Обязательным условием эффективной деятельности предприятия в современных условиях является непрерывный процесс реализации инвестиционных проектов инновационного характера. В статье обоснованы необходимость и способ использования дифференцированного подхода к учёту денежных потоков инновационно-инвестиционных проектов. Дальнейшие исследования связаны с оценкой влияния неравноценности денежных потоков на эффективность инновационно-инвестиционного проекта и на этой основе – формирования оптимальной структуры затрат инновационного процесса на предприятии.

1. *Пампура О. И.* Управление инновационными процессами в промышленности : монография / О. И. Пампура. – Донецк : ИЭП НАН Украины, 1997. – 364 с.
2. *Маркетинг інновацій і інновації в маркетингу* : монографія ; за ред. д.е.н., професора С. М. Ілляшенка. – Суми : Університетська книга, 2008. – 615 с.
3. *Черваньов Д. М.* Менеджмент інноваційно-інвестиційного розвитку підприємств України / Д. М. Черваньов, Л. І. Нейкова. – К. : Знання, КОО, 1999. – 514 с.
4. *Соловьёв В. П.* Инновационная деятельность как системный процесс в конкурентной экономике (Синергетические эффекты инноваций) : монография / В. П. Соловьёв. – К. : Феникс, 2004. – 560 с.
5. *Янч Э.* Прогнозирование научно-технического прогресса / Э. Янч ; общ. ред. Д. М. Гвишиани ; пер. с англ. – М. : Прогресс, 1974. – 586 с.
6. *Экономические аспекты научно-технического прогнозирования* ; под ред. М. А. Виленского. – М. : Экономика, 1975. – 222 с.
7. *Хауштейн Г.* Методы прогнозирования в социалистической экономике / Г. Хауштейн ; под ред. А. Н. Ефимова, А. И. Анчишкина, В. М. Савинкова ; пер. с нем. – М. : Прогресс, 1971. – 400 с.
8. *Иванов И. Ф.* Использование логистической кривой для оценки стоимости компании на развивающемся рынке [Электронный ресурс] / И. Ф. Иванов // Корпоративные финансы. – 2008. – № 1(5). – С. 49–64. – Режим доступа : www.ecsocman.edu.ru/images/pubs/2008/07/01/0000322941/47_62_vypusk5.pdf.

9. *Инновационная деятельность* МП [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Портал дистанционного консультирования малого предпринимательства. – Режим доступа : www.dist-cons.ru/modules/innova/index.html.

Получено 04.09.2009 г.

В.Г. Боронос, Н.А. Антонюк
**Управління ефективністю інноваційного процесу
на підприємстві на основі логістичної кривої**

У статті розглядаються проблеми управління інноваційним процесом на підприємстві. Аналізуються теоретичні основи техніко-економічного прогнозування інноваційних процесів. Спеціальна увага приділяється проблемам організації інноваційного процесу на підприємстві. Пропонується новий підхід до оцінки економічної ефективності інноваційних проектів.

Ключові слова: інноваційний процес на підприємстві, інноваційний розвиток, інноваційно-інвестиційний проект, ефективність інноваційного проекту.