

Розділ 2

Інноваційні процеси в економіці

УДК 330

Е.В. Попов, М.В. Власов

Моделирование процессов генерации новых знаний

На основе анализа литературных источников и собственных исследований авторов осуществлена дифференциация новых знаний по глубине вносимых изменений в технологические процессы. По результатам эмпирического исследования деятельности российских предприятий определена стратегия, оптимизирующая производство новых знаний, и, соответственно, позволяющая увеличивать прибыль в результате их внедрения. Произведена систематизация рисков генерации новых знаний. Полученные результаты позволяют предприятиям осуществлять оценку, прогнозирование и планирование генерации новых знаний. Выявленные направления снижения рисков и издержек производства новых знаний дают возможность увеличивать их внедрение в деятельность предприятий, что предопределяет развитие инновационной экономики.

Ключевые слова: генерация, знания, коэффициент, моделирование, прибыль, технологический процесс.

Стремительное развитие рыночных отношений, формирование позитивных тенденций экономического роста и благополучного качества жизни населения основано на всестороннем применении достижений экономики, построенной на знаниях

Достаточно большое количество работ посвящено решению задач экономики, построенной на знаниях. Однако проведенные исследования, как правило, ограничиваются обсуждением экономики знаний со стороны инструментального подхода и возможностей экономико-математического моделирования инновационного развития. Вопросы оценки издержек и ситуаций неопределенности генерации новых знаний остаются нерешенными проблемами. Процессы производства новых знаний характеризуются значительными рисками, это и предопределяет применение методов институциональной экономической теории.

Целью настоящего исследования является осуществление дифференциации новых знаний по влиянию на изменения в технологических процессах и моделирование генерации новых знаний.

Важность роли знаний в экономике впервые подчеркнул Ф. Найек в своей

Попов Евгений Васильевич, доктор экономических наук, профессор, заместитель директора по научным вопросам Института экономики Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Российская Федерация; Власов Максим Владиславович, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Института экономики Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Российская Федерация.

© Е.В. Попов, М.В. Власов, 2009

нобелевской лекции. В дальнейшем проблемы данной экономики в своих исследованиях рассматривали известные ученые-экономисты. Ф. Махлуп (Ф. Махлуп, 1962) обосновал значимость производства новых знаний на развитие производственной деятельности экономических агентов. Один из основоположников современной неоклассической теории А. Маршалл признавал значимость знания в экономических процессах, по его мнению, «знание – один из самых мощных двигателей производства». К. Вииг определил положение знаний в современной компании, а Д. Стоунхаус изучил условия успешности функционирования системы управления знаниями. Э. Брукинг и Т. Стюарт исследовали значение интеллектуального капитала для фирмы. П. Друкер рассмотрел важность перехода к менеджменту знаний как особой стратегической концепции. И. Нонака основным критерием оценки эффективности генерации знаний определил способность хозяйствующего субъекта преобразовывать неформализованные знания в формализованные знания. Р. Солоу предложил вид зависимости, описывающей результаты влияния научно – технического прогресса результатов внедрения нововведений, приводящих к изменению технологических процессов. Ф. Валента осуществил классификацию глубины вносимых изменений в технологический процесс. Исследуя проблемы производства новых знаний, Б. Твисс определил, что 80-90% деятельности по производству новых знаний не дают экономического эффекта в реальной рыночной деятельности.

Дифференциация новых знаний

Согласно исследованию Технологического института Джорджии, который вот уже 20 лет занимается оценкой технологических индикаторов в России², сегодня на НИОКР хозяйствующими субъектами выделяется не более 10% всего объема инвестиций при необходимом уровне в 30-50%.

Несоответствие фактических и желательных объемов производства новых знаний объясняется отсутствием в научной литературе разработанных методик по дифференциации вносимых ими изменений в производственные процессы.

И. Шумпетер выделил следующие типичные изменения производственных процессов: использование новой техники, новых технологических процессов; внедрение продукции с новыми свойствами; изменения в организации производства и материально-техническом обеспечении (Shumpeter, 1952).

В своей монографии чешский исследователь Ф. Валента осуществил классификацию глубины вносимых изменений в технологический процесс: простейшее качественное изменение, характеризующееся небольшими материальными затратами, отсутствием риска осуществления изменений и соответственно незначительным изменением прибыли, при этом первоначальные признаки системы не меняются; более глубокое изменение процессов, характеризующееся более значительными материальными вложениями, наличием рисков осуществления, что позволяет повышать уровень прибыльности производственной деятельности, при этом меняются все или большинство свойств системы, но базовая структурная концепция сохраняется; высшее изменение в функциональных свойствах системы или ее части, которое меняет ее функциональный принцип, характеризующееся значительными финансовыми затратами, высокими рисками осуществления (Валента, 1985).

Внедрение новых знаний в деятельность предприятий изменяет производственные процессы, что обуславливает необходимость классификации новых знаний по глубине

² По данным GIT, High Tech Indicators, 2007.

Розділ 2 Інноваційні процеси в економіці

вносимых изменений. Авторы предлагают следующую дифференциацию новых знаний по глубине вносимых изменений в технологические процессы (табл. 1).

Таблица 1 – Дифференциация новых знаний по влиянию на изменения в технологических процессах (где dP – изменение прибыли благодаря новым знаниям; TC – издержки генерации новых знаний)

Тип новых знаний	Влияние на изменения в технологических процессах	Доля данного типа в общем объеме новых знаний	Влияние на прибыль
Качественные знания	Слабое Оперативная реакция на изменение внешних условий Не оказывают влияния на технологические процессы	Доля уменьшается с увеличением производства новых знаний	$dP=0$
Структурные знания	Среднее Внесение изменений в структуру хозяйствующего субъекта Небольшое влияние на изменения технологических процессов	Доля уменьшается с увеличением производства новых знаний	$dP=const < TC$
Функциональные знания	Сильное изменение технологических процессов	Доля увеличивается с увеличением производства новых знаний	$dP > TC$

Авторами на репрезентативной выборке российских предприятий было проведено эмпирическое исследование зависимости доли производства новых знаний от степени изменяющего воздействия на производственные процессы хозяйствующих субъектов (рис. 1).

Из анализа рис. 1 можно сделать следующие выводы.

Во-первых, финансирование генерации новых знаний менее 8% от прибыли характеризует развитие качественных знаний, что не позволяет фирмам оптимизировать технологическую деятельность и получать значимую прибыль в результате.

Во-вторых, существенные изменения технологических процессов и прибыль от внедрения новых знаний возникают при объемах финансирования более 8% доли прибыли.

В настоящее время более половины российских предприятий осуществляют в основном финансирование новых знаний качественного характера, что не обеспечивает изменения технологических процессов и получения конкурентных преимуществ, а соответственно и увеличения прибыли.

Стратегия, оптимизирующая производство новых знаний и соответственно позволяющая увеличивать прибыль в результате их внедрения, может быть описана следующей системой неравенств:

$$\begin{cases} dNK_q \leq 0,28 \\ dNK_s \leq 0,43 \\ dNK_f \geq 0,29 \\ dNK_q + dNK_s + dNK_f = 1 \end{cases}, \quad (1)$$

где: dNK_q – доля качественных новых знаний;
 dNK_s – доля структурных новых знаний;
 dNK_f – доля функциональных новых знаний.

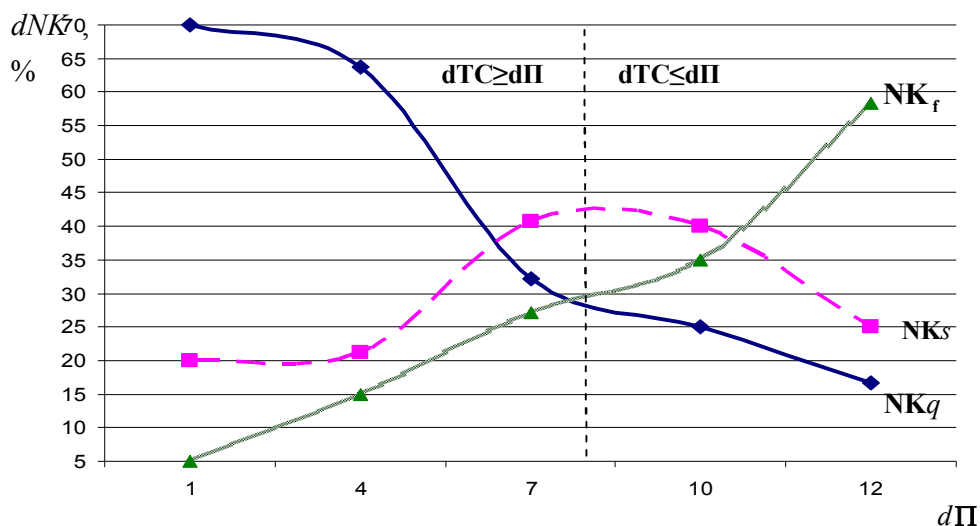


Рис. 1 – Изменение прибыли (dΠ) в зависимости от объемов производства различных типов новых знаний; %:
 – NK_q качественные знания; – NK_s структурные знания; – NK_f функциональные знания

Моделирование процессов генерации функциональных новых знаний

Для измерения экономики знаний Всемирным банком предлагается методика «Knowledge for Development – K4D». Данный подход, состоящий из 76 показателей, применяется для оценки эффективности использования знаний в экономике государства (Гапоненко, 2006). Необходимо отметить, что предложенная методика применима только на макроэкономическом уровне и не позволяет оценивать эффективность использования знаний на уровне хозяйствующих субъектов.

Важность оценки производства новых знаний на уровне хозяйствующих субъектов, по мнению П. Ромера и Б.У. Артура, заключается в том, что дефицита идей не существует в отличие от материальных ресурсов, а также процесс открытия новых знаний не подчиняется закону уменьшения прибыли экономических агентов. Экономика знаний возрастает в геометрической прогрессии возможностей использования рецептов решений, основанных на знаниях (Ромер, Артур, 2005).

И. Нонака обосновал подходы к оценке эффективности деятельности по производству новых знаний. В частности, основным критерием оценки эффективности он определяет способность хозяйствующего субъекта преобразовывать неформализованные знания в формализованные. Необходимо отметить, что И. Нонака не предлагал методов оценки эффективности внедрения новых знаний в деятельность хозяйствующих субъектов (Нонака, 2003).

В российской научной литературе решению проблем производства новых знаний

посвящены работы В.Л. Макарова, Д.С. Львова, А.Н. Козырева, В.В. Глухих и других. В.Л. Макаров исследовал основные аспекты экономики знаний, характеризующие высокую значимость их производства и внедрения новых знаний в деятельность хозяйствующих субъектов (Макаров, 2003). Д.С. Львов отмечает объективную необходимость усовершенствования инструментария экономических исследований, в том числе и методологического аппарата экономики знаний (Львов, 2000).

А.Н. Козырев предложил оценивать производство новых знаний затратными методами, а учет осуществлять введением ставки дисконтирования (Козырев, 2003). Однако, как отмечает В.В. Глухов, затратные методы оценки производства и введение ставки дисконтирования не позволяют оценить значимость и эффективность генерации новых знаний (Глухов, 2003).

Таким образом, авторы отмечают отсутствие в современной научной литературе разработанных методов анализа деятельности по генерации новых знаний, что также обуславливает низкую активность хозяйствующих субъектов по организации научных исследований и совершенствования технологических процессов.

В своих исследованиях, датированных 1950-1960 годами, Д. Прайс попытался вывести закон экспоненциального роста знаний. «Так, каждое научное достижение, – писал Д. Прайс, – генерирует новую серию достаточно постоянными темпами, то количество появляющихся достижений строго пропорционально количеству открытий в то или иное конкретное время» (Прайс, 1962).

В более поздних исследованиях, проведенных К.О. Маэм, закон экспоненциального роста Д. Прайса нашел свое подтверждение (Маэм, 1966). Экспоненциальная зависимость влияния новых знаний на результаты деятельности хозяйствующих субъектов получила свое подтверждение в работах ряда зарубежных ученых, таких, как Дж. Холтон (Холтон, 1962), Л. Райденур (Райденур, 1952), Р. Стоун (Стоун, 1966).

В своих исследованиях на основе экспоненциальной зависимости влияния новых знаний, полученной Д. Прайсом, Р. Солоу предложил следующую модель результативности внедрения нововведений, приводящих к изменению технологических процессов (Солоу, 1957):

$$\Delta P = \exp(TC, a), \quad (2)$$

где: ΔP – изменение прибыли в результате нововведений;
 a – темп капиталувеличивающего научно-технического прогресса.

Несмотря на получение формулы, описывающей увеличения капитала в зависимости от влияния научно-технического прогресса, Р. Солоу не представил метод описания темпа капиталувеличивающего научно-технического прогресса, то есть данный коэффициент на сегодняшний день не имеет формализованного вида в мировой научной литературе.

Предложенный И. Нонака коэффициент конверсии знаний позволяет определить приращение явных или неявных знаний при увеличении одной единицы неявных или явных знаний. При этом эффективность деятельности по получению новых знаний оценивается предельной склонностью к конверсии (преобразованию) знаний. Коэффициент предельной склонности к преобразованию знаний позволяет определить увеличение явного знания при увеличении неявного знания на одну единицу (Нонака, Такеучи, 2003):

$$\delta = \frac{\partial(ek)}{\partial(tk)} \quad (3)$$

где δ – коэффициент предельной склонности к преобразованию знаний;
 $\frac{\partial(ek)}{\partial(ek)}$ – приращение явных знаний³;
 $\frac{\partial(tk)}{\partial(tk)}$ – приращение неявных знаний⁴.

Коэффициент предельной склонности к преобразованию знаний позволяет оценить деятельность, направленную на производство новых знаний.

В модели результативности генерации технологических новых знаний, полученной Р. Солоу, авторы считают необходимым в качестве коэффициента темпа научно-технического прогресса использовать коэффициент конверсии

Таким образом, авторы предлагают следующую оценку прибыли, получаемой в результате генерации новых знаний.

$$\Delta P = \exp^{\delta * TC} \quad (4)$$

С целью верификации авторских гипотез в 2006-2007 гг. сотрудниками Института экономики УрО РАН было проведено эмпирическое исследование российских предприятий по проблематике оценки результатов производства знаний. Во время исследования были опрошены сотрудники более чем 100 российских предприятий. На основе экспериментального исследования было подтверждено, что коэффициент корреляции с предложенным авторами математическим описанием составляет 96%, что свидетельствует о практической верификации теоретической гипотезы.

Полученная авторами зависимость изменения прибыли, получаемой в результате генерации новых знаний, позволяет хозяйствующим субъектам:

- 1) по результатам текущей деятельности определять коэффициенты конверсии подразделений, занимающихся НИОКР, что ранее не представлялось возможным;
- 2) осуществлять планирование и контроль деятельности по генерации новых знаний, что также ранее не представлялось возможным в виду отсутствия математических зависимостей.

Риски генерации новых знаний

В отечественной экономической науке по существу отсутствуют общепризнанные теоретические положения о предпринимательском риске, методах оценки риска применительно к тем или иным производственным ситуациям и видам предпринимательской деятельности, хотя в последние годы появились научные работы, в которых при рассмотрении вопросов планирования, экономической деятельности коммерческих организаций, соотношения спроса и предложения затрагиваются вопросы риска.

³ Явное знание – это личностное, формализованное, распространяемое знание. Татаркин А.И., Попов Е.В., Власов М.В. Основные термины современной экономической теории. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2008.

⁴ Неявное знание – это знание, требующее дополнительной теоретико-методологической проработки (исследований) или экспериментальной проверки (подтверждения). Татаркин А.И., Попов Е.В., Власов М.В. Основные термины современной экономической теории. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2008.

Сегодня о риске говорят специалисты самых разных дисциплин. К традиционной статистической трактовке калькуляций риска добавились экономические исследования, начало которым было положено гениальным проектом Фрэнка Найта⁵. В экономических работах с самого начала речь шла о том, как обосновать предпринимательскую прибыль функцией поглощения риска. Правда, эта мысль была не нова; ее можно найти уже у Фихте в связи с землевладением и сословной дифференциацией. Однако в контексте современной экономической науки благодаря этой идее появилась возможность удачно сочетать макро- и микроэкономические теории.

Фрэнк Найт обосновывает существование фирмы наличием риска при взаимодействии независимых экономических агентов и лишь затем переходит к анализу дополнительных транзакционных издержек. Найт утверждает, что фирма неизбежно сталкивается с рисками, избавиться от которых полностью невозможно. Он объясняет невозможность полного избавления наличием феномена «ограниченной рациональности», когда неизбежны сбои на одном или нескольких этапах принятия оптимального решения. Например, на этапе поиска информации руководитель никогда не сможет собрать исчерпывающую информацию, необходимую для принятия оптимального решения. На этапе анализа собранной информации человек неизбежно сделает какие-либо ошибки, так как он может быть физически не способен проанализировать весь объем информации.

Проанализировав различные подходы к трактовке понятия риск, авторы предлагают определение:

Риск – это оценка несоответствия прогнозных и реальных результатов деятельности.

Отметим, что риски генерации новых знаний являются частью интегральных рисков хозяйственной деятельности экономических субъектов.

Процессы производства новых знаний в большинстве случаев связаны со значительными временными отрезками между принятием решения о генерации знаний и внедрением новых знаний в хозяйственную деятельность. Наличие значительных временных затрат предопределяет возникновение неопределенности будущих условий внедрения новых знаний, что приводит к появлению различных рисков их генерации.

Риск производства новых знаний – это оценка несоответствия прогнозных и реальных результатов деятельности по производству новых знаний.

Учитывая тот факт, что производство новых знаний является одним из направлений деятельности предприятий, риски такой деятельности необходимо подразделять по их отношению к хозяйствующему субъекту в зависимости от сферы их возникновения на внешние и внутренние. К внешним рискам производства новых знаний относятся такие, источник возникновения которых находится во внешней среде, по отношению к рассматриваемому объекту. Внутренние риски производства новых знаний – это риски, возникновение которых обусловлено или порождается непосредственной деятельностью хозяйствующего субъекта.

В результате проведенного исследования авторами была выявлена структура внешних и внутренних рисков генерации новых знаний, осуществлена оценка значимости факторов риска, экспертным путем были определены оценки весовых коэффициентов по каждому фактору риска.

⁵ Knight F. Risk. Uncertainty and Profit. – Boston, 1921.

Таблица 2 – Структура внутренних рисков генерации новых знаний

Факторы рисков	Доля факторов в суммарном риске, %
Низкая квалификация персонала	18
Нестабильность персонала	11
Получение отрицательного результата	16
Отсутствие результата в установленные сроки	18
Несоответствие полученных результатов запланированным	21
Невозможность практического использования	16
Итого	100

Таблица 3 – Структура внешних рисков

Факторы рисков	Доля факторов в суммарном риске, %
Отторжение рынком	27
Неконкурентоспособность новых знаний	29
Нарушение интеллектуальной собственности	27
Наличие аналогов в мировой практике	17
Итого	100

Отметим, что значимость внутренних рисков гораздо выше, чем значимость внешних рисков генерации новых знаний. По результатам авторских исследований, доля внутренних рисков – 64% и соответственно внешних – 36%.

Необходимо отметить, что в своей монографии чешский исследователь Ф. Валента характеризовал простейшие качественные изменения технологических процессов низкими значениями риска их осуществления, а функциональные изменения соответственно максимальными значениями рисков осуществления.

В соответствии с построенной дифференциацией новых знаний по влиянию на изменения в технологических процессах авторами было проведено исследование динамики значения рисков видов знаний (рис. 3).

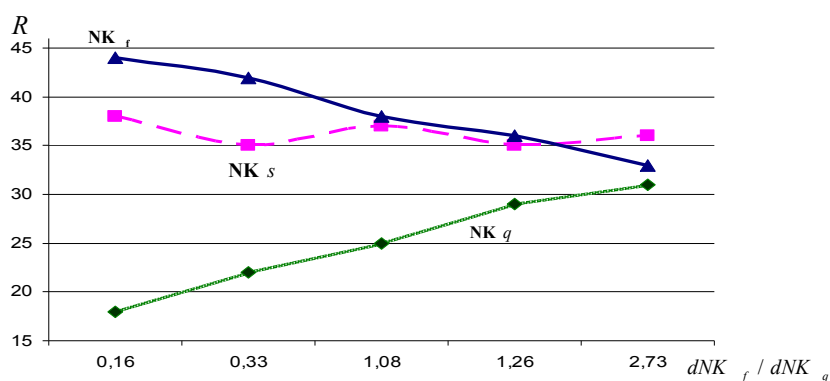


Рис. 3 – Изменение рисков (dR) в зависимости от объемов производства различных типов новых знаний:
– NK_q качественные знания; – NK_s структурные знания; – NK_f функциональные знания

Из анализа динамики изменения рисков можно сделать вывод, что риски генерации функциональных новых знаний снижаются пропорционально увеличению объемов их производства

В общем виде динамику изменения рисков генерации функциональных новых знаний можно описать следующим уравнением:

$$R_{NK_f} = \exp(dNK_f / dNK_q). \quad (5)$$

Полученные результаты позволяют хозяйствующим субъектам осуществлять оценку рисков генерации функциональных новых знаний, что ранее было вне достижений отечественной экономической науки.

В результате проведенных исследований авторами получены следующие результаты.

Во-первых, осуществлена дифференциация новых знаний по глубине вносимых изменений в технологические процессы, что позволяет рассматривать процессы генерации новых знаний с различных сторон хозяйственной деятельности. Построена графическая модель структуры производства новых знаний, дающая возможность на основе их дифференциации оптимально разделять процессы научной и конструкторской деятельности. На основе оценки численных критериев структуры генерируемых знаний разработаны рекомендации по развитию стратегии производства различных типов знаний.

Во-вторых, авторами была выявлена структура внешних и внутренних рисков генерации новых знаний, осуществлена оценка значимости факторов риска, экспертным путем были определены оценки долей каждого фактора в суммарном риске.

В результате проведенных исследований осуществлена систематизация рисков производства новых знаний. Выявлены направления снижения внешних и внутренних рисков генерации новых знаний. Для оценки возможностей прогнозирования возникновения рисков генерации новых знаний и выработки направлений их снижения предложено использовать аппарат институциональной экономической теории.

В-пятых, авторами определена динамика снижения внешних и внутренних рисков генерации новых знаний в зависимости от количества участников коллективной деятельности по производству новых знаний. Коллективная деятельность по производству новых знаний предопределяет значительное снижение издержек их производства.

Полученные результаты позволяют предприятиям осуществлять оценку, прогнозирование и планирование генерации новых знаний. Выявленные направления снижения рисков и издержек производства новых знаний дают возможность увеличивать их внедрение в деятельность предприятий, что предопределяет развитие инновационной экономики.

1. *Бьюкенен Джеймс М.* Сочинения. Бьюкенен Джеймс М. ; [пер. с англ.]. – М. : Таурус Альфа, 1997.– . – Серия: «Нобелевские лауреаты по экономике»
Т. 1. – Фонд экономической инициативы.
2. *Валента Ф.* Управление инновациями / Ф. Валента. – М. : Прогресс, 1985.
3. *Глухов В. В.* Экономика знаний / Глухов В. В., Коробко С. Б., Маринина Т. В., – СПб. : Питер, 2003.
4. *Измаков С.* Теория экономических механизмов (Нобелевская премия по экономике 2007 г.)

- / Измалков С., Сонин К., Юдкевич К. // Вопросы экономики. – 2008. – № 1.
5. Качалов Р. М. Управление хозяйственным риском / Р. М. Качалов. – М. : Наука, 2002.
 6. Козырев А. Н. Оценка нематериальных активов и интеллектуальной собственности / А. Н. Козырев, В. Л. Макаров. – М. : РИЦ ГШ ВС РФ, 2003.
 7. Котлер Ф. Основы маркетинга / Ф. Котлер. – М. : Прогресс, 1990.
 8. Лусевич И. Я. Методы анализа рисков инвестиционных проектов / И. Я. Лусевич // Финансы. – 1998. – № 9.
 9. Львов Д. С. Экономическая теория и хозяйственная практика / Д. С. Львов // Экономическая наука современной России. – 2000. – № 5.
 10. Макаров В. Л. Экономика знаний: уроки для России / В. Л. Макаров // Вестник РАН. – 2003. – № 5.
 11. Нонака И. Компания – создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах / И. Нонака, Х. Такеучи. – М. : ЗАО «Олимп – Бизнес», 2003.
 12. Олджорн Р. Основы менеджмента / Р. Олджорн Р. – М. : Финпресс, 1999.
 13. Попов Е. В. Институты миниэкономики / Е. В. Попов – М. : Экономика, 2005.
 14. Уильямсон О. Экономические институты капитализма: фирмы, рынки, отношенческая контрактация. – СПб. : Лениздат, 1996.
 15. Эдвинссон Л. Корпоративная долгота: Навигация в экономике, основанной на знаниях / Л. Эдвинссон. – М. : Инфра – М, 2005.
 16. Экономика, основанная на знаниях. – М. : РАГС. 2006.
 17. Holton G. Scientific Research and Scholarship: Notes Toward the Design of Proper Scales / G. Holton // Daedalus. Spring. – 1962.
 18. Machlup F. The Production of Information and Knowledge / F. Machlup F. – Princeton, NJ: Princeton University Press, 1962.
 19. May K. O. Quantitative Growth of the Mathematical Literature / K. O. May // Science. – 1966. – Vol. 154.
 20. Price D. Science Since Babylon / D. Price. – P. 100–101.
 21. Ridenour L. Bibliography in age of Science / Ridenour L., Shaw R. R., Hill A. G. – Urbana (Ill), 1952.
 22. Shumpeter J. A. The Theory of Economics Development. London : George Alien & Unwin, 1952.
 23. Solow R. Technical Change and the Aggregate Production Function / R. Solow // Review of economics and statistics. – 1957. – Vol. 39.
 24. Stone R. A model of the Educational System / R. Stone // Mathematics in the Social Sciences and Other Essays. Cambridge, 1966.

Получено 30.10.2008 г.

Е.В. Попов, М.В. Власов

Моделивання процесів генерації нових знань

На основі аналізу літературних джерел і власних досліджень авторів здійснена диференціація нових знань за глибиною змін, що вносяться в технологічні процеси. За наслідками емпіричного дослідження діяльності російських підприємств визначено стратегія, що оптимізує виробництво нових знань, і, відповідно, що дозволяє збільшувати прибуток в результаті їх впровадження. Проведено систематизацію ризиків генерації нових знань. Отримані результати дозволяють підприємствам здійснювати оцінку, прогнозування і планування генерації нових знань. Виявлені напрями зниження ризиків і витрат виробництва нових знань дають можливість збільшувати їх впровадження в діяльність підприємств, що зумовлює розвиток інноваційної економіки.

Ключові слова: генерація, знання, коефіцієнт, моделювання, прибуток, технологічний процес.