

УДК 519.86

doi:10.38028/ESI.2022.25.1.011

Статистическая и динамическая задачи минимизации инновационного риска в системе управления инновационным потенциалом предприятия

Мансурова Юлия Талгатовна¹, Туктарова Полина Андреевна¹, Мансуров Тагир Валерьевич²

¹Уфимский государственный авиационный технический университет,

Россия, Уфа, *mansurova.j@mail.ru, p.korobova@mail.ru*

²ООО «СМК-10», Россия, Уфа, *spacetag@gmail.com*

Аннотация. В статье предлагается рассматривать процесс управления инновационным развитием предприятия как оптимизационную векторную задачу. При этом в качестве целевых функций предлагается рассматривать одновременно максимизацию прироста инновационного потенциала и минимизацию коэффициента риска. В качестве первого критерия оптимизации задана максимизация прироста инновационного потенциала, в качестве второго критерия – минимизация сопутствующего инновационного риска, который отражается в виде коэффициента риска через функцию полезности.

Ключевые слова: Риск, инновационный потенциал, конкурентоспособность, оптимизация

Цитирование: Мансурова Ю.Т., Туктарова П.А., Мансуров Т.В. Статистическая и динамическая задачи минимизации инновационного риска в системе управления инновационным потенциалом предприятия // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2022. – № 1 (25). – С. 133-142. – DOI:10.38028/ESI.2022.25.1.011.

Введение. Инновационный процесс, охватывающий разработку инноваций, их внедрение в хозяйственную деятельность и дальнейшую коммерциализацию, является основой конкурентоспособности, развития и обеспечения экономической безопасности социально-экономической системы. Для определения оптимального размера инновационного потенциала, который должна иметь эффективно функционирующая социально-экономическая система, а также для получения корректных оценок влияния инновационного потенциала на обеспечение ее экономической безопасности, необходимо четко определить сущность инновационного потенциала и его структуру.

Постановка проблемы. В состав инновационного потенциала экономистами обычно включались следующие составные элементы: производственные фонды и работники; производственный аппарат и уровень технологии, природные ресурсы и материально-сырьевой баланс, система коммуникаций, техника, организация и система получения, хранения и переработки информации и т.д. Разнообразных трактовок и предложений достаточно много, но большинство исследователей [1, 2, 3] подчеркивают наличие в составе инновационного потенциала ресурсной составляющей.

Обобщая многолетний опыт отечественных исследований [4, 5], можно считать, что в состав экономического потенциала организации входят следующие основные элементы: финансовый (ФП), природно-ресурсный (ПРП), научный (НП), технический (ТП), кадровый (КП), информационный (ИП), организационный (ОП), потребительский (ПП) и творческий потенциалы (ТвП). Экономический и инновационный потенциалы по-разному связаны с

научным, техническим, научно-техническим, кадровым, интеллектуальным, промышленным, агропромышленным и другими разновидностями (компонентами) экономического потенциала. Экономический потенциал полностью вбирает в себя все другие потенциалы, а инновационный – только в той их части, в которой они могут быть реализованы в производстве товаров и услуг (как материальных, так и нематериальных). Однако инновационная сфера деятельности имеет существенные особенности, связанные с непрерывным риском, который необходимо учесть, как в текущем планировании, так и в перспективном. Учет рисков, связанных с нововведениями, должен проводиться при анализе составляющих инновационного потенциала [6].

Важнейшим резервом увеличения инновационного потенциала является обеспечение совместимости каждой из его составляющих со всеми другими. Работоспособность любой системы определяется качеством функционирования каждого ее элемента, а также эффективностью их взаимодействия. Изменение каждого элемента осуществляется в соответствии с тенденциями, логикой собственного развития, а также исходя из требований эффективного взаимодействия со всеми другими составляющими. Эти взаимодействия бывают очень сложными, и определить их можно лишь с позиций рассмотрения всей системы. Интегрирование взаимодействий, целенаправленное изменение составляющих является одним из путей совершенствования инновационного потенциала. Упрощенная предлагаемая матрица формирования требований к величине и структуре инновационного потенциала, исходя из взаимодействия его составляющих, показана в таблице 1.

Показанное формирование требований совместимости элементов является упрощенным отражением реального положения, но вместе с тем позволяет структурировать и упорядочивать, формализовать и количественно оценивать изменения, происходящие в инновационном потенциале, моделировать, анализировать и прогнозировать процессы его формирования и использования.

Таблица 1 – Формирование требований совместимости элементов инновационного потенциала (ИП)

№ п/п	Наименование элементов	Наименование элементов								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		ФП	ПРП	НП	ТП	КП	ИП	ОП	ПП	ТвП
1	ФП	$\frac{y_{11}}{c_{11}(t)}$	$\frac{y_{12}}{c_{12}(t)}$	$\frac{y_{13}}{c_{13}(t)}$	$\frac{y_{14}}{c_{14}(t)}$	$\frac{y_{15}}{c_{15}(t)}$	$\frac{y_{16}}{c_{16}(t)}$	$\frac{y_{17}}{c_{17}(t)}$	$\frac{y_{18}}{c_{18}(t)}$	$\frac{y_{19}}{c_{19}(t)}$
2	ПРП		$\frac{y_{22}}{c_{22}(t)}$	$\frac{y_{23}}{c_{23}(t)}$	$\frac{y_{24}}{c_{24}(t)}$	$\frac{y_{25}}{c_{25}(t)}$	$\frac{y_{26}}{c_{26}(t)}$	$\frac{y_{27}}{c_{27}(t)}$	$\frac{y_{28}}{c_{28}(t)}$	$\frac{y_{29}}{c_{29}(t)}$
3	НП			$\frac{y_{33}}{c_{33}(t)}$	$\frac{y_{34}}{c_{34}(t)}$	$\frac{y_{35}}{c_{35}(t)}$	$\frac{y_{36}}{c_{36}(t)}$	$\frac{y_{37}}{c_{37}(t)}$	$\frac{y_{38}}{c_{38}(t)}$	$\frac{y_{39}}{c_{39}(t)}$
4	ТП				$\frac{y_{44}}{c_{44}(t)}$	$\frac{y_{45}}{c_{45}(t)}$	$\frac{y_{46}}{c_{46}(t)}$	$\frac{y_{47}}{c_{47}(t)}$	$\frac{y_{48}}{c_{48}(t)}$	$\frac{y_{49}}{c_{49}(t)}$
5	КП					$\frac{y_{55}}{c_{55}(t)}$	$\frac{y_{56}}{c_{56}(t)}$	$\frac{y_{57}}{c_{57}(t)}$	$\frac{y_{58}}{c_{58}(t)}$	$\frac{y_{59}}{c_{59}(t)}$
6	ИП						$\frac{y_{66}}{c_{66}(t)}$	$\frac{y_{67}}{c_{67}(t)}$	$\frac{y_{68}}{c_{68}(t)}$	$\frac{y_{69}}{c_{69}(t)}$
7	ОП							$\frac{y_{77}}{c_{77}(t)}$	$\frac{y_{78}}{c_{78}(t)}$	$\frac{y_{79}}{c_{79}(t)}$
8	ПП								$\frac{y_{88}}{c_{88}(t)}$	$\frac{y_{89}}{c_{89}(t)}$
9	ТвП									$\frac{y_{99}}{c_{99}(t)}$

В таблице 1 в числителях на пересечении строки i и столбца j стоят величины y_{ij} - приращения инновационного потенциала, вызываемые взаимодействием его элементов i и j с точки зрения их совместимости и взаимодействия.

Величина y_{ij} может быть отрицательной или равной нулю. В знаменателях стоят функции $c_{ij}(t)$, характеризующие вложения, затраты в расчете на единицу по годам для достижения данного y_{ij} . При построении математической модели инновационного потенциала в нее могут быть включены не только парные взаимодействия y_{ij} , но и тройственные взаимодействия y_{ijk} , а также взаимодействия более высоких порядков (в зависимости от особенностей системы).

Следует стремиться к оптимизации величин y_{ij} , что можно сформулировать в виде следующей задачи условной оптимизации функционала Φ : найти такие оптимальные значения y_{ij}^* , чтобы

$$\begin{aligned} \Phi(y_{ij}) &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m y_{ij} \rightarrow \max; \\ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \cdot y_{ij} &\leq A; \\ y_{ij} &\geq 0. \end{aligned} \quad (1)$$

где A – количество возможных ресурсов, выделенных на приращение инновационного потенциала.

Среди инновационных процессов различают следующие виды неопределенности по степени их приближения к детерминированным процессам [7].

1) детерминированный случай, когда можно пренебречь влиянием случайных и неопределенных параметров. Здесь могут быть использованы методы математического моделирования детерминированных систем, в частности методики бизнес-планов;

2) зашумленный детерминированный случай. При этом влияние вектора случайных и неопределенных параметров незначительно. В этом случае также могут использоваться детерминированные методы, дополненные специальными методами оценки различных характеристик шумов и их элиминации;

3) стохастический случай неопределенности, когда в модели системы есть случайные величины, для которых известна или может быть оценена по наблюдениям функция распределения. Здесь используется математический аппарат классической теории вероятностей. Примером служит вычисление различных мер риска;

4) случай полной неопределенности, когда часть компонентов вектора случайных и неопределенных параметров, являются величинами неопределенными. Для них лишь можно указать границы изменения, используя метод экспертных оценок [8].

Большинство инновационных процессов обычно можно отнести к третьему классу. Таким образом, применение стандартных методов оценки риска становится некорректным и возникает необходимость введения новых критериев оценки. Обычно под неопределенной ситуацией принято понимать такую ситуацию, когда имеется целый набор возможных последствий принимаемого решения. Часто этот набор последствий характеризуется всевозможными значениями некоторой случайной величины X . Эту случайную величину принято называть функцией отдачи [10]. Если последствия описываются как значения функции отдачи, то функционалом полезности будет функция $U(x)$, обладающая следующим свойством: значение x функции отдачи тогда и только тогда предпочтительней значения y , когда $U(x) > U(y)$.

В качестве количественного показателя риска обычно рассматривается коэффициент риска [11]. Пусть x – функция отдачи, являющаяся дискретной случайной величиной, $\psi(x)$ – монотонно возрастающая функция полезности. При этом события $x < z$ и $x \geq z$ являются соответственно неблагоприятным и благоприятным. Тогда коэффициент риска вычисляется по формуле:

$$K_z = - \frac{\sum_{x_i < z} (\psi(z) - \psi(x_i)) p_i}{\sum_{x_i \geq z} (\psi(z) - \psi(x_i)) p_i} \quad (2)$$

С учетом того, что коэффициент риска вводился для получения наиболее адекватного метода оценки эффективности инновационного процесса, возникает необходимость постановки математической задачи оптимизации коэффициента риска. Основные предпосылки этой задачи, следующие: должен быть набор управляющих воздействий – это вектор $U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$, измеримый количественно. Индивид, принимающий решение, должен иметь возможность по своему усмотрению менять значение U в допустимой области $U \in U_{\text{доп}}$ и тем самым влиять на числовое значение функции цели, например на K_z , зависящей от U так, чтобы достигался экстремум этой функции:

$$K_z \rightarrow \min \text{ или } K_z = - \frac{\sum_{x_i < z} (\psi(z) - \psi(x_i)) p_i}{\sum_{x_i \geq z} (\psi(z) - \psi(x_i)) p_i} \rightarrow \min \quad (3)$$

При этом, кроме управлений, накладываются ограничения и на функцию цели

$$K_z \leq K_{\text{доп}} \text{ или } K_z \geq K_{\text{доп}}.$$

Многокритериальная оптимизация. Принимая во внимание, что ранее была выполнена постановка задачи максимизации приращения инновационного потенциала за счет основных ресурсов, можно перейти к задаче многокритериальной оптимизации. При этом вектор управления U будет заменен вектором отдачи от использования различных видов потенциала. Таким образом, возникает необходимость решения двухкритериальной задачи. Первым критерием выступает необходимость достижения максимума приращения инновационного потенциала, а вторым критерием – минимизация риска (коэффициента риска), который сопутствует этому приращению [12].

Однако для определения коэффициента риска возникает необходимость построения функции полезности. Пусть на срок t лет задан плановый уровень приращения инновационного потенциала организации, который равен z . В случае, если реальный прирост будет меньше планового уровня, то фирма потеряет часть своей конкурентоспособности на рынке. Следовательно, эти действия приведут к дополнительным затратам, которые равны β долей. Причем данный исход является неблагоприятным для организации, а значит, в функции полезности он отражается со знаком минус. С другой стороны, если реальный прирост инновационного потенциала превысит запланированную величину, фирма достигнет необходимого уровня конкурентоспособности на рынке. При этом в случае, если реальный прирост инновационного потенциала будет полностью совпадать с намеченным уровнем, то функция полезности примет нулевое значение, то есть будет характеризовать собой точку перехода от неблагоприятных событий к благоприятным. Тогда функция полезности имеет вид:

$$\psi(x) = \begin{cases} -\frac{(z-x)}{z} \cdot (1+\beta) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} y_{ij}, & \text{если } x < z \\ (x-z), & \text{если } x \geq z \end{cases}, \quad (4)$$

где $\frac{(z-x)}{z}$ – доля недостающего прироста инновационного потенциала по отношению к достигнутому уровню; $x = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m y_{ij}$ – совокупный прирост инновационного потенциала; β – доля удорожания затрат в случае привлечения сторонних сил. Имея представленную функцию полезности, можно составить коэффициент риска:

$$K_z = - \frac{-\frac{(z-x)}{z} \cdot (1+\beta) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} y_{ij}}{(x-z)} = \frac{\frac{(z-x)}{z} \cdot (1+\beta) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} y_{ij}}{(x-z)} \quad (5)$$

Данный коэффициент риска представляет собой второй критерий, который должен достигать своего минимума. Кроме того, этот критерий дополняется ограничением по допустимому уровню значения коэффициента риска.

Рассмотренная выше задача относится к классу статических моделей, то есть исследуемая система и ее параметры анализируются в фиксированный единственный момент времени. Данная постановка при моделировании процесса управления инновационным потенциалом организации возможна, но представляет больше аналитический интерес, чем практический. Поскольку с практической точки зрения понятие «процесс» всегда связано с динамической характеристикой. Таким образом, наиболее адекватной и применимой является динамическая постановка задачи управления что для инновационного развития предприятия является инновационным потенциалом. В этой связи требуется дальнейшее усложнение рассмотренной ранее модели.

Постановка задачи в динамической форме возможна в следующих вариантах [13].

1) состояние системы в момент времени t зависит от состояний системы в предыдущие периоды:

а) время дискретно. Тогда возможны два типа зависимостей переменных модели от времени:

– рекуррентная, $y^{(t)} = \Phi(y^{(t-1)}, y^{(t-2)}, \dots)$. В частном случае, когда рекуррентная зависимость задана в виде $y^{(t)} = \Phi(y^{(t-1)})$ (текущее состояние зависит только от предыдущего), то получаем задачу динамического программирования. Каждому переходу соответствует эффект $\Phi_{ks}^t(y) = \Phi(y_k^t, y_s^{t+1})$ – эффект от перехода от узла k на слое t к узлу s на слое $t + 1$. Недостатком такой постановки является заранее ограниченное и фиксированное число состояний на каждом временном слое, что ограничивает пути развития системы в целом. Увеличение числа состояний делает задачу более громоздкой, резко увеличивая ее размерность, что приводит к излишнему усложнению модели, не повышая ее точность. Однако в случае заранее определенных возможных путей развития системы данный подход является предпочтительным, так как связан с определением оптимального пути развития системы из множества возможных;

– зависимость через сеточные функции $\Phi(t, y)$. В отличие от случая независимых шагов по времени в этом случае накладываются дополнительные зависимости на связь переменных по времени. Недостатком этого подхода является эмпирическое задание этих зависимостей, фактически, устанавливающих приоритеты развития системы, которые следует отыскивать на каждом временном шаге;

б) время непрерывно. Это задача оптимального управления, связанная с нахождением функций управления $y_{ij}(t)$, максимизирующих функционал интегрального эффекта $\int_0^T (\sum_i \sum_j y_{ij}(t)) dt \rightarrow \max$. Так как функции управления являются непрерывными, то они задают траектории развития системы при наложенных ограничениях. Наиболее простым способом решения задачи оптимального управления является ее сведение путем дискретизации к задаче нелинейного программирования [14]. Недостатком этого способа является очень большая размерность полученной задачи нелинейного программирования, даже при небольшом количестве шагов дискретизации;

2) время дискретно и шаги по времени независимы друг от друга. В этом случае получается обобщенная модель задачи в статической постановке, так как ко всем ограничениям и к целевой функции добавляется дискретная сумма по времени. Это самый простой случай, но в то же время наименее адекватный, так как на каждом шаге по времени не учитываются состояния системы в прежние моменты времени, таким образом, пренебрежение «историей» процесса не позволяет получить достоверные результаты относительно ее состояния в будущем.

Проведя сравнительный анализ возможных постановок задач оптимизации управления инновационным потенциалом в динамической постановке, можно заключить, что наиболее

адекватным методом является решение задачи в динамической постановке с определенным множеством состояний на каждом временном шаге. Это множество состояний определяется, исходя из приоритета критериев, и может представлять собой различные плановые состояния системы потенциалов в каждый момент времени, например, следующие:

- максимально возможный эффект от взаимодействия потенциалов на слое t ;
- наиболее вероятный эффект на слое t ;
- минимальный эффект на слое t .

Каждому состоянию k на слое t соответствует своя матрица взаимодействий. Стоимость перехода от элемента k на слое t к элементу s на слое $t + 1$ можно определить по формуле:

$$C_t(k, s) = \sum_i \sum_j c_{ij} \Delta y_{ij}^{(t)} \quad (6)$$

Эффект от перехода от элемента k на слое t к элементу s на слое $t + 1$ можно определить по формуле:

$$\Phi_t(k, s) = \alpha F_t^H(k, s) - \beta K_Z^H(k, s), \alpha + \beta = 1, \quad (7)$$

где $F_t^H(k, s)$, $K_Z^H(k, s)$ - нормированные значения критериев суммарного эффекта от взаимодействия потенциалов и риска.

В формулах (6) и (7) значения функций $F_t^H(k, s)$, $K_Z^H(k, s)$ можно рассчитать по формулам

$$F_t(k, s) = \sum_{j=2}^n (k_j \sum_{i=1}^{j-1} \Delta y_{ij}^{(t)}) \quad (8)$$

$$K_Z(k, s) = \frac{\sum_{X_i \leq z} \frac{z - X_i}{z} (1 + \beta) \sum_{j=2}^n \sum_{i=1}^{j-1} c_{ij} \Delta y_{ij}^{(t)}}{\sum_{X_i > z} (X_i - z)} \quad (9)$$

Изменение эффекта от взаимодействия потенциалов i -го и j -го видов в формулах (8) и (9) вычисляется по формуле:

$$\Delta y_{ij}^{(t)} = \begin{cases} y_{ij}^{(k,t+1)} - y_{ij}^{(s,t)}, & \text{если } y_{ij}^{(k,t+1)} > y_{ij}^{(s,t)} \\ 0, & \text{если } y_{ij}^{(k,t+1)} \leq y_{ij}^{(s,t)} \end{cases}, j = 2..n, i = 1..j - 1, t = 1..T - 1. \quad (10)$$

Необходимо определить оптимальное развитие системы, то есть такой путь, который бы доставлял максимум функции суммарного эффекта при ограничениях на затраты. Оптимальной траекторией является путь, максимизирующий функцию $\sum_{t=1}^T \Phi_t(k_t, s_t)$ – суммарный эффект от взаимодействия потенциалов за все время при заданных ограничениях.

Исходными данными являются траектории предполагаемого изменения эффектов от взаимодействия каждого из потенциалов при наилучшем, наиболее вероятном и наихудшем вариантах развития событий. Для каждого исхода задан вектор эффектов для каждого типа потенциалов, исходя из определенных приоритетов.

Метод динамического программирования позволяет значительно сократить количество вариантов, имеющих место при простом переборе, до размерности матрицы условно-оптимального управления ($3 \times T$). Итак, задача состоит в выборе пути (из возможных), доставляющем оптимум целевой функции.

Над стрелками показано значение агрегированного критерия при переходе от одного элемента схемы к другому. Суммарное значение агрегированного критерия для оптимального пути достигает своего максимального значения, равного 2,12.

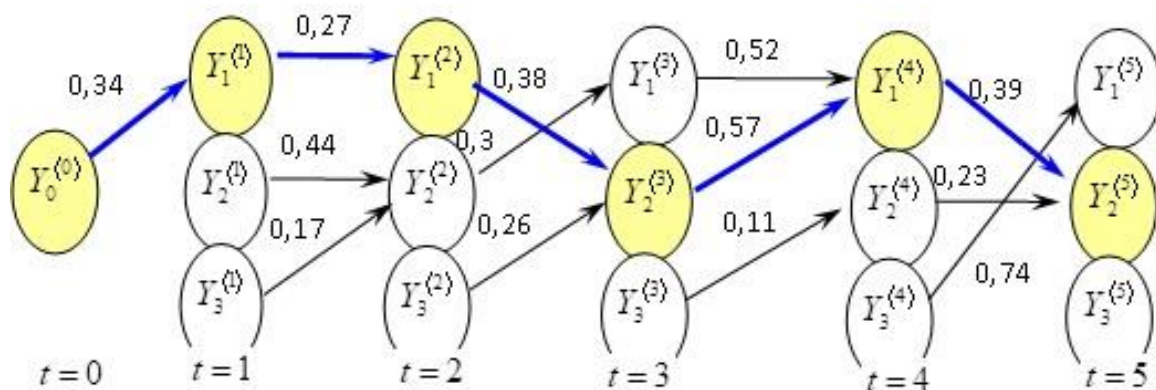


Рис. 1. Условно-оптимальное управление процессом развития системы взаимодействия потенциалов

На каждом шаге (кроме последнего) условно-оптимальное управление определяется с учетом значения условно-оптимального управления на предыдущем шаге. Такая рекуррентная зависимость позволяет учесть всю «предысторию» процесса, то есть строить оптимальное управление на каждом шаге таким образом, чтобы обеспечивалось дальнейшее развитие системы оптимальным образом.

Так как начальное состояние определено, то условно-оптимальное управление U_0^u для первого шага будет являться числом (а не вектором), указывающим на переход к траектории $i, i = \overline{1,3}$ на шаге $t = 1$. Это упрощает процедуру построения оптимального управления, поскольку нужно просто выписать условно-оптимальное управление, начиная с первого шага по времени и до последнего.

Вектор оптимального управления можно определить следующим образом: $U^T = (2 \ 1 \ 1 \ 2 \ 1 \ 2)$.

После определения траекторий развития можно перейти к нахождению динамики изменения эффекта от взаимодействия потенциалов.

Чтобы перейти от безразмерного вида к абсолютным значениям приращения эффекта от взаимодействия потенциалов за исследуемый период времени T , необходимо найти величину

$$E = \sum_{t=1}^T \sum_i \sum_j \Delta y_{ij}^{(t)}, \tag{11}$$

где суммирование по времени ведется по оптимальной траектории развития системы.

Рассчитанные таким образом значения суммарного эффекта от взаимодействия потенциалов показаны на рисунке 2 (за начальный уровень эффекта принято значение, полученное при решении стационарной задачи).

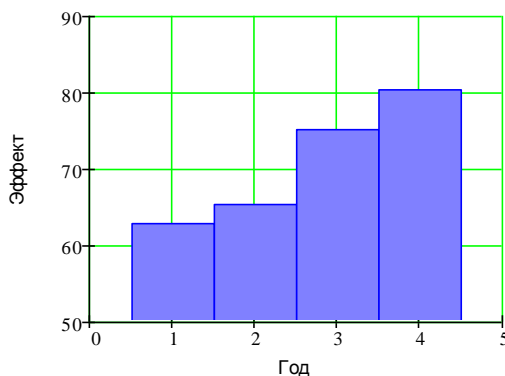


Рис. 2. Динамика суммарного эффекта от взаимодействия потенциалов

Суммарный прирост за время $T = 5$ лет составит $E=26,71$ условных единиц, а суммарный эффект за это же время составит 81,02 условных единиц. Необходимо отметить, что

данный результат является не максимальным решением, а компромиссным, поскольку при нахождении условно-оптимального управления использовался агрегированный критерий.

Заключение. Представленная выше модель управления инновационным потенциалом коммерческой организации, в отличие от существующих немногочисленных методов оценки инновационного потенциала, позволяет не столько оценивать уже существующий потенциал, сколько управлять его развитием, а также находить оптимальные параметры прироста инновационного потенциала. Кроме того, в отечественной и зарубежной литературе отмечается, что для инновационной деятельности риск является неотъемлемой и значительной частью. Однако существующие модели предполагают лишь оценку этого риска для тех или иных инновационных проектов. С помощью представленной модели появляется возможность управлять инновационным риском, сводя его до минимального значения, не теряя при этом максимального значения совокупного прироста инновационного потенциала. К тому же в модели учтены объективные ограничения, налагаемые на процесс данного управления.

В динамическом случае была поставлена и решена задача по определению оптимальной траектории развития системы взаимодействующих потенциалов, которая соответствует максимальному значению агрегированной функции с ограничениями по ресурсам и эффекту от взаимодействия. В агрегированную функцию входят два критерия – суммарного эффекта и риска, поэтому найденная траектория развития оптимальна по двум этим параметрам.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ресурсы инноваций: организационный, финансовый, административный: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. И.П. Николаевой. – М.: Юнити-Дана, 2003. – 102 с.
2. Зинов В. Г. Управление интеллектуальной собственностью. АНХ, Центр коммерциализации технологий. М.: Монолит, 2002. – 154 с.
3. Родионова Л.Н., Пашин С.Т. и др. Управление инновациями: экономические аспекты. – Уфа: ГУП РБ УПК, 2009. – 248 с.
4. Бублик Н.Д. Проблемы инновационного развития современной экономики. – Уфа, 2002. – 98 с.
5. Бублик Н.Д., Силантьев В.Б. Риск-ресурс: Проблемы венчурно-стохастической деятельности. – Уфа, 1999, – 84 с.
6. Инновационный менеджмент в России: вопросы стратегического управления и научно-технологической безопасности / Рук. авт. колл. В.Л. Макаров и А.Е. Варшавский. М.: Наука, 2004. – 880 с
7. Фролов И.Э. Научоемкий сектор промышленности РФ: экономико-технологический механизм ускоренного развития. М.: Макс Пресс, 2004. – 320 с.
8. Яшин С.Н., Солдатова Ю.С. Совершенствование и практическая апробация методики оценки экономического состояния и уровня инновационного развития предприятия // Финансы и кредит, 2013. – № 12. – С. 39-47
9. Евтушенко Е., Юсупова Э. Оценка инновационного потенциала предприятия // Инвестиции и инновации, 2006. – № 11. – С. 63-68
10. Матузова И.В. Методика оценки инновационного потенциала промышленного предприятия // Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина, 2012– Вып. № 4. – Т. 6. – С. 87-97.
11. Туктарова П.А., Мансурова Ю.Т. Формирование системы показателей деятельности промышленного предприятия в процессе идентификации кризисных явлений// Вопросы экономики и права. – 2018. – № 118. – 97-101 с.
12. Мансурова Ю.Т. Управление инновационным потенциалом предприятия // экономические науки, –2009. – № 60. – 364-368 с.

13. Анисимов Ю.П., Пешкова И.В., Солнцева Е.В. Методика оценки инновационной деятельности предприятия // Инновации, 2006. – № 11. – С. 49-55
14. Митякова О.И. Оценка инновационного потенциала промышленного предприятия // Финансы и кредит, 2004. – № 13. – С. 69-74

Мансурова Юлия Талгатовна. 1980 г. рождения. Окончила ФГБОУ ВО УГНТУ (2002). Канд. экон. наук (2005). Доцент кафедры Экономики предпринимательства УГАТУ, *mansurova.j@mail.ru*, (РИНЦ): 1005445, SPIN-код: 4596-9811, ORCID: 0000-0001-7373-0344, Россия, Уфа

Туктарова Полина Андреевна. 1985 г. рождения. Окончила ФГБОУ ВО УГНТУ (2007). Магистр экономики (УГАТУ, 2012). Канд. экон. наук (2005). Доцент кафедры Экономики предпринимательства, *p.korobova@mail.ru*, AuthorID (РИНЦ): 944221, SPIN-код: 7889-8580, ORCID: 0000-0003-0773-3138, Россия, Уфа

Мансуров Тагир Валерьевич. 1980 г. рождения. Окончил ФГБОУ ВО УГНТУ (2002). Канд. техн. наук (2004). Директор ООО «Строительно-монтажная компания 10», *spacetag@gmail.com*, AuthorID (РИНЦ): 377489, ORCID: 0000-0002-6439-6126, Россия, Уфа

UDC 519.86

doi:10.38028/ESI.2022.25.1.011

Statistical and dynamic problems of minimizing innovation risk in the system of managing the innovative potential of an enterprise

Yulia T. Mansurova¹, Polina A. Tuktarova¹, Tagir V. Mansurov²

¹Ufa State Aviation Technical University, Russia, Ufa, *mansurova.j@mail.ru*, *p.korobova@mail.ru*.

²SMK-10 LLC, Russia, Ufa, *spacetag@gmail.com*

Abstract. In article it is offered to consider process of management of innovative development of the enterprise as an optimizing vector task. At the same time as criterion functions it is offered to consider at the same time maximizing gain of innovative potential and minimization of coefficient of risk. Therefore, this aspect is key when developing strategy of innovative development of the enterprise. As the first criterion of optimization maximizing gain of innovative potential, as the second criterion – minimization of the accompanying innovative risk which is reflected in the form of risk coefficient through function of usefulness is set.

Keywords: risk, innovative potential, competitiveness, optimization

REFERENCES

1. Resursy innovatsii organizatsionnyi finansovyi administrativnyi: Ucheb posobie dlia vuzov [Innovation resources: organizational, financial, administrative: Proc. allowance for universities]. Ed. I.P. Nikolaeva. - M.: Unity-Dana, 2003, 102 p.
2. Zinov VG Upravlenie intellektualnoi sobstvennostiu [Management of intellectual property]. Academy of National Economy, Technology Commercialization Center. M.: Monolith, 2002, 154 p.
3. Rodionova L.N., Pashin S.T. Problemy innovatsionnogo razvitiia sovremennoi ekonomiki [Management of innovations: economic aspects]. Ufa: GUP RB UPC, 2009, 248 p.
4. Bublik N.D., Silantiev V.B. Risk-resurs Problemy venchurno-stokhasticheskoi deiatelnosti [Risk resource: Problems of venture-stochastic activity]. - Ufa, 1999. - 84 p.

5. Bublik N.D. Problemy innovatsionnogo razvitiia sovremennoi ekonomiki [Problems of innovative development of modern economy]. Ufa, 2002, 98 p.
6. Innovatsionnyi menedzhment v Rossii voprosy strategicheskogo upravleniia i nauchno-tekhnologicheskoi bezopasnosti [Innovation management in Russia: issues of strategic management and scientific and technological security]. Ruk. ed. coll. V.L. Makarov and A.E. Warsaw. M.: Nauka, 2004, 880 p.
7. Frolov I.E. Naukoemkii sektor promyshlennosti RF ekonomiko-tekhnologicheskii mekhanizm uskorenno razvitiia [Science-intensive industry sector of the Russian Federation: economic and technological mechanism of accelerated development]. M.:Maks Press, 2004, 320 p.
8. Yashin S.N., Soldatova Yu.S. Sovershenstvovanie i prakticheskaia aprobatsiia metodiki otsenki ekonomicheskogo sostoiianiia i urovnia innovatsionnogo razvitiia predpriiatiia [Improvement and practical approbation of the methodology for assessing the economic condition and the level of innovative development of an enterprise] // Finance and credit. 2013, no. 12, pp. 39-47
9. Evtushenko E., Yusupova E. Otsenka innovatsionnogo potentsiala predpriiatiia [Assessment of the innovative potential of the enterprise] // Investments and innovations. 2006, no. 11, pp. 63-68
10. Matuzova I.V. Metodika otsenki innovatsionnogo potentsiala promyshlennogo predpriiatiia [Methodology for assessing the innovative potential of an industrial enterprise]. Bulletin of the Leningrad State University. A.S. Pushkin, no. 4, v. 6, 2012, pp. 87-97.
11. Tuktarova P.A., Mansurova Yu.T. Formirovanie sistemy pokazatelei deiatelnosti promyshlennogo predpriiatiia v protsesse identifikatsii krizisnykh iavlenii [Formation of a system of indicators of the activity of an industrial enterprise in the process of identifying crisis phenomena]// Questions of Economics and Law, 2018,no. 118, 97-101p.
12. Mansurova Yu.T. Upravlenie innovatsionnym potentsialom predpriiatiia [Management of the innovative potential of the enterprise]// economic sciences, 2009, no. 60, 364-368p.
13. Anisimov Yu.P., Peshkova I.V., Solntseva E.V. Metodika otsenki innovatsionnoi deiatelnosti predpriiatiia [Methodology for assessing the innovative activity of an enterprise] // Innovations, 2006, no. 11, pp. 49-55
14. Mityakova O.I. Otsenka innovatsionnogo potentsiala promyshlennogo predpriiatiia [Assessment of the innovative potential of an industrial enterprise] // Finance and credit, 2004, no. 13, pp. 69-74

Yulia T. Mansurova, 1980 year of birth. Graduated from FGBOU VO UGNTU (2002). Cand. economy Sciences (2005). Associate Professor of the Department of Economics of Entrepreneurship, USATU, mansurova.j@mail.ru, AuthorID (RSCI): 1005445, SPIN: 4596-9811, ORCID: 0000-0001-7373-0344, Russia, Ufa

Polina A. Tuktarova, born in 1985. Graduated from FGBOU VO UGNTU (2007). Master of Economics (UGATU, 2012). Cand. economy Sciences (2005). Associate Professor of the Department of Economics of Entrepreneurship, USATU, p.korobova@mail.ru. AuthorID (RSCI): 944221, SPIN code: 7889-8580, ORCID: 0000-0003-0773-3138, Russia, Ufa

Tagir V. Mansurov, 1980 year of birth. Graduated from FGBOU VO UGNTU (2002), spacetag@gmail.com. Cand. tech. Sciences (2004). Director of Construction and Installation Company 10 LLC. AuthorID (RSCI): 377489, ORCID: 0000-0002-6439-6126, Russia, Ufa

Статья поступила в редакцию 05.03.2022; одобрена после рецензирования 22.03.2022; принята к публикации 28.03.2022.

The article was submitted 03.05.2022; approved after reviewing 03.22.2022; accepted for publication 03.28.2022.