

Имитационные модели агрегированной оценки инновационного потенциала и инновационной активности организаций

Simulation models for assessment of innovation potential and innovation activity of organization

Новыш Борис Владимирович, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой экономико-математических методов управления Академии управления при Президенте Республики Беларусь
Novysh Boris, PhD in Physical and Mathematical sciences, Associate Professor, head of the Department of information technologies and higher mathematics of The Academy of Public Administration under the aegis of the President of the Republic of Belarus
e-mail: novysh@pac.by

Гваева Ирена Викторовна, магистр управления и экономики, аспирант Академии управления при Президенте Республики Беларусь

Gvaeva Irena, Master of Economics and Management, master student of The Academy of Public Administration under the aegis of the President of the Republic of Belarus
e-mail: irena@pac.by

Аннотация

Разработаны имитационные модели агрегированной оценки инновационного потенциала и инновационной активности организаций на основе их представления в виде линейной комбинации частных показателей (локальных критериев). Входными параметрами модели являются интервальные экспертные оценки локальных критериев. Модели могут использоваться в процессе предварительного анализа и формировании стратегических инновационных программ организаций и предприятий, а также для выявления трендов и прогнозирования.

Ключевые слова: Проблемная ситуация, инновационный потенциал, инновационная активность, имитационное моделирование, имитационная модель, локальный критерий, интегральный критерий, экспертные оценки, вероятность.

Abstract

Simulation models of aggregative assessment of innovation potential and innovation activities of organizations based on their expression in terms of linear combination of particular indicators (local criteria) are worked out. Interval expert assessments of local criteria are used as input model parameters. Models presented can be used in previous analysis process and for formation of the strategic innovative programs of organizations and enterprises, as well as to analyze trends and for prognosis aims.

Keywords: Problem situation, innovative potential, innovative activity, simulation modeling, simulation model, local criterion, integral criterion, expert estimations, probability.

Поступила в редакцию / Received: 27.02.2015

Web: <http://elibrary.miu.by/journals/item.eiup/issue.42/article.14.html>

В наше время необходимым условием успешного развития организаций и обеспечения их конкурентоспособности являются разработка и системное использование инноваций. Эффективная инновационная политика предприятий и организаций различных форм собственности не только способствует успешной реализации программ их стратегического развития, но и позволяет выживать в условиях чрезвычайно высокой динамики рынка, агрессивного поведения конкурентов и часто непредсказуемого поведения мировой экономической системы.

Как хорошо известно, реализация инновационного процесса может быть представлена в виде последовательности этапов – от формулировки идеи до реализации созданных продуктов, технологий или услуг. Инновационная деятельность требует проведения широкого спектра научно-технологических исследований, организационных преобразований, реализации инвестиционных проектов, маркетингового анализа рынка и осуществления ряда мероприятий финансово-коммерческого характера (например, [1, 2, 3]).

В литературе приводится следующая классификация инноваций по сферам применения (например, [1]):

- технические инновации – (создание продуктов с новыми или улучшенными свойствами);
- технологические инновации – (разработка и внедрение более совершенных способов изготовления продукции);
- организационно-управленческие инновации – (поиск оптимальных стратегий организации производства, сбыта и т.д.);
- информационные инновации – (оптимизация информационных потоков, повышение достоверности и оперативности получения информации);
- социальные инновации – (улучшение условий труда, совершенствование систем здравоохранения, образования, культуры).

Процесс формирования инновационной стратегии развития организации осуществляется, как правило, на основе портфельного анализа. Формирование эффективного портфеля инновационных проектов представляет необходимое усло-

вие успешного развития организации, и позволяет достичь максимального синергетического эффекта от разработки и внедрения инноваций. При этом финансируются наиболее перспективные проекты и сокращаются инвестиции в малоэффективные проекты или проекты с низкой вероятностью успешной реализации. Это, как правило, приводит к изменению уровней финансирования участвующих в проектах подразделений.

Эффективность и сама возможность реализации инновационных процессов в организациях и предприятиях в решающей степени зависят от их инновационного потенциала, аккумулирующего научно-технические, интеллектуальные, материально-производственные, финансовые и иные параметры субъектов хозяйствования ([1, 3, 4]). От величины (или уровня) инновационного потенциала зависят конкурентоспособность и, соответственно, возможности выбора и эффективность реализации стратегии развития организации. Инновационный потенциал является важнейшим фактором инновационной активности. Инновационные проекты, не обеспеченные инновационным потенциалом необходимого уровня, фактически обречены на провал.

В литературе отмечается (например, [3]), что оценка инновационного потенциала может проводиться как в виде частной оценки готовности организации к реализации конкретного инновационного проекта, так и путем комплексной оценки ее состояния применительно к уже выполняемым проектам.

Исследования проблемной области показали ([3, 5]), что уровень инновационного потенциала определяется двумя группами показателей – показателями *инновационной активности* организации, и показателями, характеризующими ее *потенциальные возможности* по разработке и внедрению инноваций. При этом показатели инновационной активности организации разбивают на следующие группы: затратные; временные; показатели обновляемости продукции; структурные (например, [3]).

Несмотря на смысловую близость терминов «инновационный потенциал» и «инновационная активность», данные интегральные параметры не тождественны (несмотря на то, что, фактически, потенциал является важнейшей составляющей активности), и должны анализироваться по-отдельности, с учетом различных наборов критериев.

С учетом вышесказанного, очевидно, что задача анализа и количественной оценки инновационного потенциала и инновационной активности организаций и предприятий актуальна и представляет значительный практический интерес. Ее решению может способствовать моделирование, при этом используемые методы и модели могут базироваться на экспертных оценках релевантных параметров (критериев). С учетом сложности получения достоверной количественной информации (особенно при прогнозировании или оценке возможностей конкурентов) представляется обоснованным использовать в ходе анализа технологии имитационного статистического моделирования, позволяющие в явном виде учесть факторы риска и неопределенности.

В настоящей работе представлены имитационные модели оценки инновационного потенциала и инновационной активности организаций, способные «работать» в условиях неполноты информации. Инновационный потенциал и инновационная активность исследуются в рамках многокритериального подхода. Мы полагаем, что разработанные модели могут использоваться как в процессе формирования эффек-

тивных стратегий развития организаций или их объединений, так и при анализе тенденций (трендов), а также и кратко- и среднесрочного прогнозирования поведения инновационного потенциала и активности.

1. Имитационная модель оценки инновационного потенциала организации

Инновационный потенциал организации или предприятия определяется совокупностью следующих ресурсов (например, [1]):

1. интеллектуальных (инновационная программа, патенты, лицензии, технологическая документация и т.д.);
2. материальных (научно-экспериментальное оборудование, оборудование для разработки и тестирования продукции, наличие необходимых площадей);
3. финансовых (собственных, заёмных, инвестиционных и т.д.);
4. кадровых (руководство, заинтересованное в реализации эффективной инновационной политики; квалифицированный персонал; опыт проведения НИР и ОКР; связи организации с НИИ);
5. инфраструктурных (собственные подразделения НИОКР, отдел маркетинга новой продукции, патентно-правовой отдел, информационный отдел и т.д.).

Очевидно, точная количественная оценка вышеперечисленных ресурсов весьма затруднительна; более того, по отношению к различным инновационным проектам одна и та же организация (или структурное подразделение) может характеризоваться различными уровнями инновационного потенциала (например, вследствие специализации и, соответственно, различного опыта исследований и разработок в данной или смежных областях).

Представленная имитационная модель оценки инновационного потенциала организации основана на использовании и последующей обработке интервальных экспертных оценок, генерируемых в ходе коллективной экспертизы. Модель позволяет определить вероятность локализации инновационного потенциала управляемых объектов в любых представляющих интерес интервалах. Это дает возможность проводить как предварительный анализ «пригодности» той или иной организации (либо ее структурного подразделения – например, отдела) к внедрению инновации, так и последующую «селекцию» групп исполнителей, потенциально наиболее пригодных для реализации конкретных инновационных проектов.

В то же время модель может использоваться при анализе «эволюции» (роста или убывания) инновационного потенциала, что также будет способствовать обоснованному принятию решений при разработке и корректировке программ инновационного развития.

С точки зрения многокритериального подхода инновационный потенциал (и рассматриваемая далее инновационная активность) представляет некоторую функцию частных (локальных) критериев, характеризующих интеллектуальные, материальные, финансовые, кадровые и инфраструктурные ресурсы организации. Функциональная зависимость может быть достаточно сложной, однако в данной работе мы используем наиболее простую форму представления интегрального (глобального) критерия – линейную комбинацию локальных критериев (линейная свертка) (например, [6]). В качестве глобального критерия F выступает инновационный потенциал

(или инновационная активность) организации

$$F = \sum_{i=1}^n a_i \cdot f_i,$$

где система частных показателей (локальных критериев) $\{f_i\}$ зависит от специфики направления деятельности организации, а совокупность чисел $\{a_i\}$ формирует вектор значимости (коэффициенты важности) локальных критериев.

Вышеприведенное соотношение может рассматриваться в качестве агрегированной оценки инновационного потенциала или, соответственно, активности организации. Использование таких оценок позволяет, с одной стороны, учесть различную значимость частных показателей, и, с другой стороны, упрощает процедуру сравнения данных интегральных характеристик для различных организаций.

Входящие в формулу значения частных показателей должны нормироваться относительно соответствующих значений для некоторой «идеальной» организации (данная организация может и не существовать – в таком случае можно рассматривать в качестве эталонных значения частных показателей, принадлежащих различным «организациям-рекордсменам»).

Формирование системы локальных критериев, так и численная оценка их важности представляют собой далеко не тривиальную задачу и должны в каждом конкретном случае определяться путем обработки результатов коллективной экспертизы. В настоящей работе для оценки инновационного потенциала организации (предприятия) мы используем систему критериев из работы [4].

1. Затратные показатели:
 - 1.1. Удельный вес на НИОКР в суммарных затратах на производство;
 - 1.2. Удельный вес на приобретение лицензий в суммарных затратах на производство;
2. Кадровые показатели:
 - 2.1. Удельный вес персонала, задействованного в инновационных проектах;
 - 2.2. Удельный вес специалистов, задействованных в инновационных проектах, в общей численности специалистов;
 - 2.3. Средний возраст специалистов, задействованных в инновационных проектах;
 - 2.4. Квалификационный уровень специалистов, занятых в инновационных проектах;
3. Показатели технического уровня производственного оборудования:
 - 3.1. Доля автоматического и полуавтоматического оборудования в общем количестве оборудования;
 - 3.2. Удельный вес оборудования со сроком эксплуатации до 5 лет;
4. Показатели нематериальных активов:
 - 4.1. Удельный вес нематериальных активов в общей стоимости основных фондов;
 - 4.2. Удельный вес собственных нематериальных активов в стоимости нематериальных активов;
5. Показатели продолжительности создания и внедрения нововведений:
 - 5.1. Инновационные проекты со сроком создания и внедрения до 1 года;
 - 5.2. Инновационные проекты со сроком создания и внедрения до 3 лет;

- 5.3. Инновационные проекты со сроком создания и внедрения до 5 лет;
- 5.4. Средняя продолжительность внедрения новшеств;
6. Показатели обновляемости продукции:
 - 6.1. Удельный вес принципиально новой продукции в общем объеме реализованной продукции;
 - 6.2. Удельный вес усовершенствованной продукции в общем объеме реализованной продукции;
7. Показатели результативности нововведений:
 - 7.1. Удельный вес прибыли, полученной от внедрения новшеств, в общей прибыли предприятия;
 - 7.2. Эффективность нововведений как отношение прибыли от реализации нововведений к затратам на их разработку и внедрение;
 - 7.3. Доля рынка, занимаемая нововведениями предприятия, по аналогичным видам продукции.

Таким образом, имеется система 19 критериев, и требуется оценка коэффициентов значимости и значений самих критериев для организаций или их подразделений. Коэффициенты значимости могут определяться с помощью простой процедуры обработки экспертных оценок – например, путем простого усреднения или с использованием коэффициентов компетентности экспертов. Что касается значения самих частных показателей (критериев), о которых часто отсутствует достоверная информация, то представляется целесообразным использовать интервальные оценки. Экспертами указываются диапазоны локализации критериев, а программа расчетов проводит обработку экспертных данных по одному из алгоритмов, описанных в [7, 8].

Работу модели проиллюстрируем на следующих примерах.

Пример 1. Рассматривается вопрос о включении в состав холдинга фирмы, точные данные о которой в настоящий момент недоступны. Рассматривается 5 фирм. Эксперты оценивают коэффициенты значимости критериев, а также различных составляющих инновационного потенциала. Данные представляются в виде интервальных оценок по 100-балльной шкале (например, эксперт оценивает для некоторой фирмы удельный вес на НИОКР в общих затратах на производство в пределах от 60 до 70 баллов, квалификационный уровень специалистов, участвующих в инновационных проектах – в диапазоне 80–95 баллов, удельный вес нематериальных активов в стоимости основных фондов от 25 до 35 баллов и т.д.). В процессе имитационных расчетов используется нормальное распределение и простой алгоритм генерации [8]. Результаты расчетов представлены на рисунке 1.

Рисунок 1 демонстрирует существенный разброс значений инновационного потенциала; лидерами по данному показателю являются фирмы 3 и 4.

Интегральные функции распределения позволяют определить вероятность локализации инновационного потенциала в любых представляющих интерес интервалах (рисунок 2). Эта информация может использоваться руководством холдинга при выборе наиболее перспективной по инновационному потенциалу фирмы.

Пример 2. Анализируются два варианта стратегических инновационных программ развития организации, характеризующиеся реализацией различных портфелей инновационных проектов и рассчитанные на пять этапов каждая (этапы могут представлять год, квартал или вообще иметь различную протяженность во времени). Группа экспертов прогнозирует изменения локальных показателей для обоих вариантов; на основе интервальных оценок проводится серия имитацион-

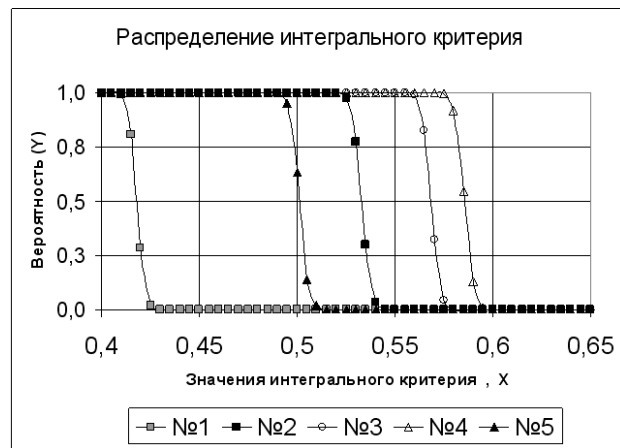
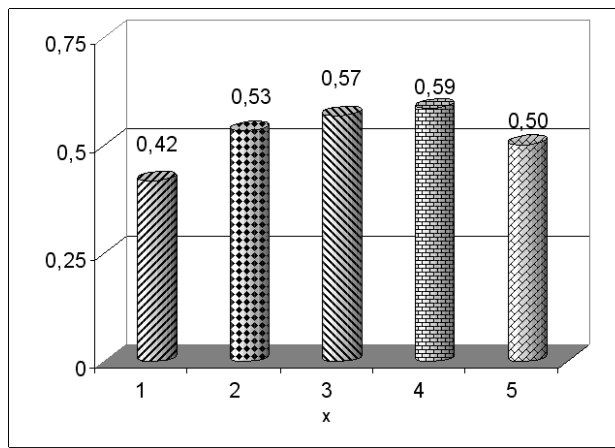


Рисунок 1 – Ожидаемые значения (математические ожидания) (левая часть рисунка) и функции распределения $1 - F(x)$ инновационного потенциала организаций, определяющая вероятность того, что значение инновационного потенциала не меньше любого (заданного по оси Ox) значения.

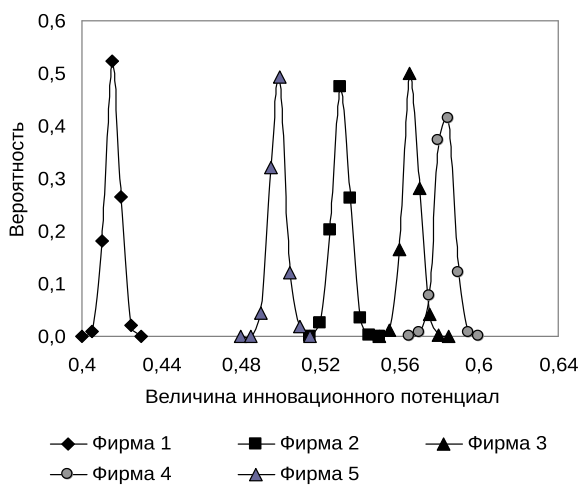


Рисунок 2 – Вероятности локализации инновационного потенциала фирм в заданных интервалах

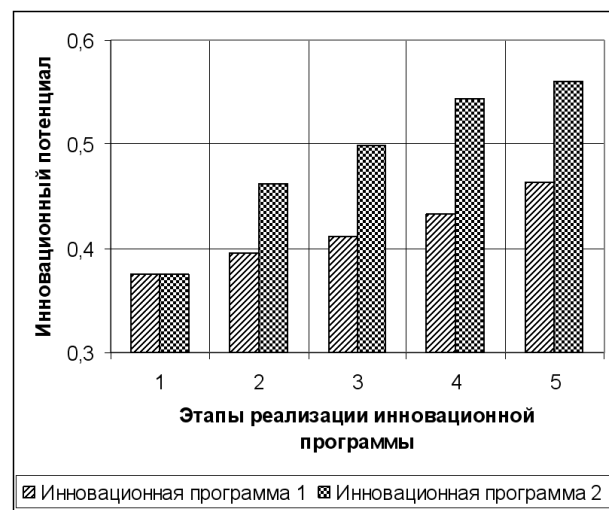


Рисунок 3 – Прогнозные изменения инновационного потенциала организации при реализации 2 стратегических инновационных программ

ных расчетов, результаты которых представлены на рисунке 3. Как видно, вторая программа инновационного развития приводит к более быстрому росту инновационного потенциала и, очевидно, является более перспективной.

Модель и реализующий ее программный комплекс позволяют проводить анализ широкого спектра аналогичных задач и, при наличии группы достаточно квалифицированных экспертов, могут использоваться в процессе принятия управленческих решений для формирования эффективных программ развития организаций и предприятий.

2. Имитационная модель оценки инновационной активности организации

Решение задачи комплексной оценки инновационной активности организаций может проводиться в рамках уже описанного алгоритма. Формальным различием является другая система критериев, имеющих в ряде случаев иное экономическое содержание.

Следует отметить, что при оценках инновационной активности сторонних организаций (например, организаций-конкурентов), а также при проведении прогнозных исследований точная количественная информация о значениях критериев отсутствует, что существенно затрудняет анализ.

Разработанная имитационная модель оценки инновационной активности также базируется на методе линейной комбинации локальных критериев, использовании интервальных экспертных оценок. Для определенности, используются показатели инновационной активности организации, представленные в [3], хотя данная система может модифицироваться с учетом характера и сферы деятельности организации.

1. Затратные показатели:

- 1.1. Удельные затраты на НИОКР в объеме продаж, характеризующий показатель наукоемкости продукции организации;
- 1.2. Удельные затраты на приобретение лицензий, патентов, ноу-хау;
- 1.3. Затраты на приобретение инновационных фирм;

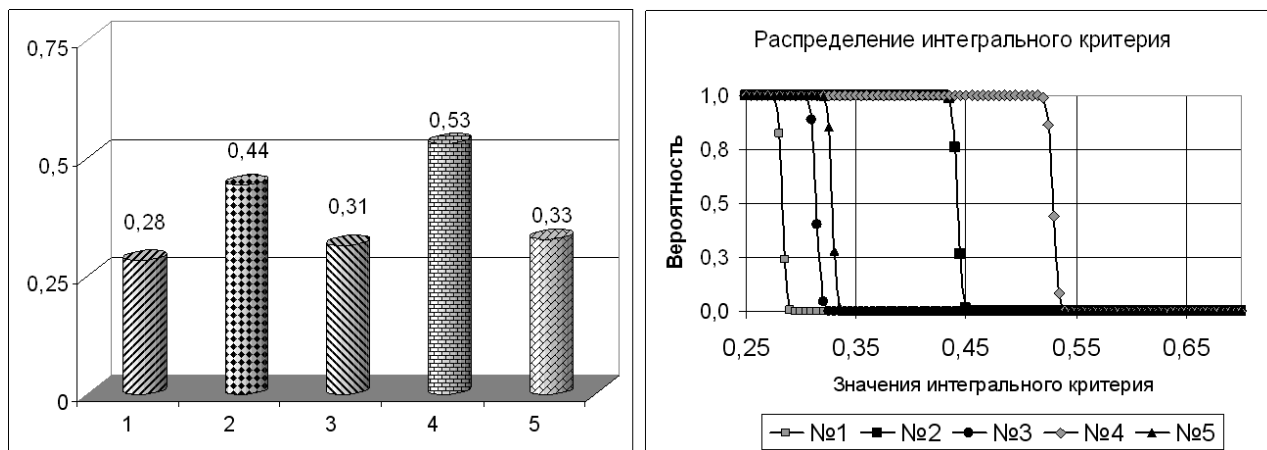


Рисунок 4 – Результаты оценки инновационной активности 5 организаций в настоящий момент времени

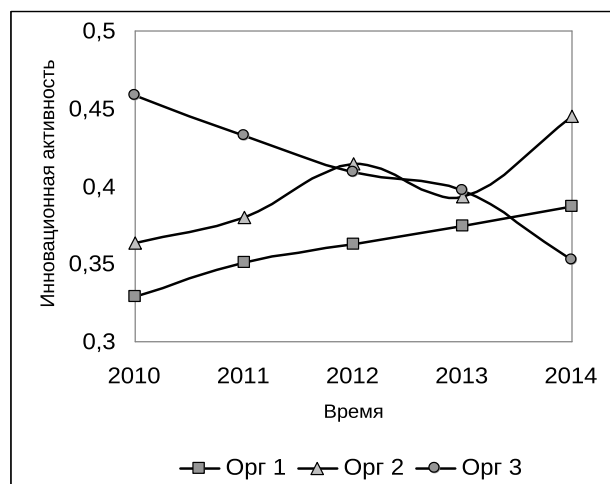


Рисунок 5 – Оценка изменения инновационной активности 3 организаций за 5 лет

- 1.4. Наличие фондов на развитие инициативных разработок;
2. Показатели, характеризующие динамику инновационного процесса:
 - 2.1. Показатель инновационности ТАТ («turn – around time» – «успехам поворачиваться») – время с момента осознания потребности или спроса на новый продукт до момента его поставки на рынок;
 - 2.2. Длительность процесса разработки нового продукта или технологии;
 - 2.3. Длительность подготовки производства нового продукта;
 - 2.4. Длительность производственного цикла нового продукта;
3. Показатели обновляемости:
 - 3.1. Количество разработок или внедрений нововведений-продуктов и нововведений-процессов;
 - 3.2. Показатели динамики обновления портфеля продукции (удельный вес продукции, выпускаемой 2, 3, 5 и 10 лет);
 - 3.3. Количество приобретенных (переданных) новых технологий (технических достижений);
 - 3.4. Объем экспортируемой инновационной продукции;

3.5. Объем предоставляемых новых услуг;

4. Структурные показатели:

- 4.1. Состав и количество исследовательских, разрабатывающих и других научно-технических структурных подразделений (включая экспериментальные и испытательные комплексы);
- 4.2. Состав и количество совместных предприятий, занятых использованием новой технологии и созданием новой продукции;
- 4.3. Численность и структура сотрудников, занятых НИОКР;
- 4.4. Состав и число творческих инициативных временных коллективов.

Процедуру оценки инновационной активности проиллюстрируем на следующих примерах.

Пример 3. Руководством организации анализируется инновационная активность 5 основных конкурентов в настоящий момент времени. Экспертами оценены интервалы значений определяющих инновационную активность параметров, и результаты обработки данных имитационных расчетов представлены на рисунке 4.

Очевидно, руководство организации получает возможность сравнения уровней инновационной активности организаций-конкурентов с уровнем инновационной активности своего предприятия, анализировать «слабые места» в своей инновационной политике, выявлять резервы повышения ее эффективности и т.д.

Стратегический анализ сложившейся в сфере производства и сбыта текущей ситуации, а также выявление тенденций ее развития в ближайшей и среднесрочной перспективе требуют проведения исследований изменений (роста или снижения) инновационной активности организаций-конкурентов за последние годы. Результаты модельных расчетов для трех основных конкурентов некоторой организации приведены на рисунке 5.

Как видно из рисунка 5, последние годы наблюдается устойчивый рост инновационной активности 1 организации, вторая организация несколько снизила инновационную активность в 2013 году, но затем смогла улучшить ситуацию; для третьей организации (первоначально являвшейся лидером), характерно снижение данного интегрального критерия, что может быть связано с выбором неправильной стратегической линии развития, финансовыми трудностями и (или) другими причинами.

Представленные в работе имитационные модели агрегированной оценки инновационного потенциала и инновационной активности организаций позволяют проводить анализ этих важнейших интегральных параметров в рамках многокритериального подхода с учетом фактора риска. Авторы полагают, что модели и реализующие их программы могут быть полезны как для формирования эффективных стратегий развития организаций, так и при анализе тенденций, кратко- и среднесрочном прогнозировании.

Список литературы

- [1] Жариков, В.В. Управление инновационными процессами: учебное пособие / В.В. Жариков, И.А. Жариков, В.Г. Однoлькo, А.И. Евсейчев. – Тамбов: Изд. Тамб. гос. техн. унта, 2009. – 180 с.
- Zharikov, V.V. Upravlenie innovacionnymi processami : uchebnoe posobie / V.V. Zharikov, I.A. Zharikov, V.G. Odnoľ'ko, A.I. Evsejchev. – Tambov : Izd. Tamb. gos. tehn. un-ta, 2009. – 180 s.
- [2] Грачева, М.В. Управление рисками в инновационной деятельности: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / М.В. Грачева, С.Ю. Ляпина. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 351 с.
- Gracheva, M.V. Upravlenie riskami v innovacionnoj dejatel'nosti: ucheb. posobie dlja studentov vuzov, obuchajushhhsja po jekonomicheskim special'nostjam / M.V. Gracheva, S.Ju. Ljapina. M.: JuNITI-DANA, 2010. – 351 s.
- [3] Сергеев, В.А. Основы инновационного проектирования: учебное пособие / В.А. Сергеев, Е.В. Кипчарская, Д.К. Подымало; под редакцией д-ра техн. наук В.А. Сергеева. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 246 с.
- Sergeev, V. A.Osnovy innovacionnogo proektirovanija : uchebnoe posobie / V.A. Sergeev, E.V. Kipcharskaja, D.K. Podymalo; pod redakciej d-ra tehn. nauk V.A. Sergeeva. – Ul'ja-novsk: UIGTU, 2010. – 246 s.
- [4] Баженов, Г.Е. Инновационный потенциал предприятия: экономический аспект / Г.Е. Баженов, О.А. Кислицына // Вестник Томского государственного университета, 2009. – № 323. – С. 222–228.
- Bazhenov, G.E. Innovacionnyj potencial predprijatija: jekonomiche-skij aspekt / G.E. Bazhenov, O.A. Kislicyna // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo uni-versiteta, 2009. – № 323. – S. 222–228.
- [5] Ансофф, И. Стратегический менеджмент / И. Ансофф. – М.; ИНФРА-М, 2000 или, Питер, 2011. – 344 с.
- Ansoff, I. Strategicheskij menedzhment / I. Ansoff. – M.; INFRA-M, 2000 ili Pi-ter, 2011. – 344 s.
- [6] Таха, Х.А. Введение в исследование операций / Х.А. Таха. – М.: Издат. дом Вильямс, 2001. – 912 с.
- Taha, H.A. Vvedenie v issledovanie operacij. Shestoe izdanie / H.A. Taha. – M.: Izdat. dom Vil'jams, 2001. – 912 s.
- [7] Новыш, Б.В. Имитационная модель оценки времени реализации сложных программ с использованием дерева целей / Б.В. Новыш, Д.В. Шаститко // Экономика и управление. – 2012. – № 1 (29). – С. 37–44.
- Novysh, B.V. Imitacionnaja model' ocenki vremeni realizacii slozhnyh programm s ispol'zovaniem dereva celej / B.V. Novysh, D.V. Shastitko // Jekonomika i upravlenie. – 2012. – № 1 (29). – S. 37–44.
- [8] Новыш, Б.В. Имитационная модель целевого программирования / Б.В. Новыш, Д.В. Шаститко, И.В. Гваева // Науч. труды Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь. – 2012. – № 3. – С. 153–163.
- Novysh, B.V. Imitacionnaja model' celevogo programmirovanija / B.V. Novysh, D.V. Shastitko, I.V. Gvaeva // Nauch. trudy Akad. upr. pri Prezidente Resp. Belarus'. – 2012. – № 3. – S. 153–163.