

ing & Telecommunications – En&T 2014: Proceedings of the International Conference. Moscow, Dolgoprudny, 2014, pp. 212–214.

7. Ambler S. W. Mapping Objects to Relational Databases: O/R Mapping In Detail. Ambysoft Inc., 2010.

8. Buyya R., Calheiros R. N., Li X. Autonomic cloud computing: Open challenges and architectural elements. *2012 Third International Conference on Emerging Applications of Information Technology (EAIT)*, 2012, pp. 3–10.

9. Hellerstein J. L. Challenges in Control Engineering of Computing Systems. IBM Research Report. RC23159 (W0309-091). NY, 2003

10. Jurczyk P., Xiong L. Dynamic Query Processing for 2p Data Services in the Cloud. *Database and Expert Systems Applications*, Berlin, Heidelberg, 2009, pp. 396–411.

11. Lemmon M. D. Towards a passivity framework for power control and response time management in cloud computing. *Proceedings of 7th International Workshop on Feedback Computing*, 2012.

12. Mahmood Z. (ed.) Cloud Computing. Challenges, Limitations and R&D Solutions. Springer International Publishing, 2014.

13. Nathuji R., Kansal A., Ghaffarkhah A. Q-clouds: managing performance interference effects for QoS-aware clouds. *Proc. of the 5th European conference on Computer system*, 2010, pp. 237–250.

14. Pandey S., Voorsluys W., Niu S., Khandoker A., Buyya R. An autonomic cloud environment for hosting ECG data analysis services. *Future Generation Computer Systems*, 2012, vol. 28, no. 1, pp. 147–154.

15. Pluzhnik E. V., Nikulchev E. V. Use of Dynamical Systems Modeling to Hybrid Cloud Database. *Int'l J. of Communications, Network and System Sciences*, 2013, vol. 6, no. 12, pp. 505–512.

16. Pluzhnik E., Nikulchev E. Virtual laboratories in cloud infrastructure of educational institutions. *2nd International Conference on Emission Electronics (ICEE). Selected papers*, 2014, pp. 67–69.

17. Pluzhnik E., Nikulchev E., Payain S. Concept of Feedback in Future Computing Models to Cloud Systems. *World Applied Sciences Journal*, 2014, vol. 32, no. 7, pp. 1394–1399.

18. Pluzhnik E., Nikulchev E., Payain S. Optimal control of applications for hybrid cloud services. *Proc. 2014 IEEE 10th World Congress on Services (SERVICES 2014). Anchorage, USA*, 2014, pp. 458–461.

19. Sithole E., McConnell A. et al. Cache Performance Models for Quality of Service Compliance in Storage Clouds. *Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications*, 2013, vol. 2, no. 1, pp. 1–24.

УДК 004.2

ИНТЕГРАЛ ШОКЕ В ТЕОРИИ ЭКОНОМИКИ АКТИВНОГО КОННЕКТА

Статья поступила в редакцию 23.10.2014, в окончательном варианте 11.12.2014.

Лавриченко Олег Вячеславович, кандидат экономических наук, инженер-программист, ОАО «Концерн Моринформсистема-Агат», 111024, Российская Федерация, г. Москва, шоссе Энтузиастов, 29, e-mail: lavrslava1962@mail.ru

Показана актуальность использования инновационных самоорганизующихся бизнесобразующих технологий в современных условиях экономического развития России. Рассмотрены основы авторской теории экономики активного коннекта. Обоснована необходимость снижения действия антропогенных факторов на эффективность использования аддитивных моделей и алгоритмов при принятии решений. Показана необходимость эконормирования антропогенных сукцессий в рамках концепции сбалансированного распределения инновационных ресурсов промышленных предприятий между объектами инноваций. Исследованы существующие подходы к задаче оптимизации интеграла Шоке и возможности его применения при принятии решений, направленных на устранение диспаритета в распределении инновационных ресурсов между объектами инноваций. Обосновано, что применение интеграла Шоке существенно расширяет возможности и эффективность оптимизации решений для многокритериальных задач распределения инновационных ресурсов в условиях неопределенности. Доказана необходимость ослабления независимости бинарных отношений объектов инноваций и

инновационных ресурсов для построения корректных моделей в задачах принятия решений по их сбалансированному распределению.

Ключевые слова: инновационные ресурсы, экономика активного коннекта, антропогенные факторы, антропогенные сукцессии, инновационные самоорганизующиеся бизнесобразующие технологии, интеграл Шоке

CHOQUE INTEGRAL IN THE ECONOMIC THEORY OF THE ACTIVE CONNECT

Lavrchenko Oleg V., Ph.D. (Economics), software engineer, JSC "Concern Morinformsystema-Agat", 29 shosse Entuziastov, Moscow, 111024, Russian Federation, e-mail: lavrslava1962@mail.ru

In article is shown the urgency of innovative self-organizing business forming technologies in modern conditions of economic development of Russia. Author is considered the basics of the economic theory of the active connect as well as the necessity of reducing the action of anthropogenic factors on the effectiveness of additive models and decision-making algorithms is provided. The study analyzed the necessity economic valuation of the anthropogenic successions within the concept of a balanced distribution of the industrial enterprises innovative resources. In article is considered that the existing approaches to the problem of optimizing Choque integral and its application in decision-making to address the disparity in the distribution of innovative resources between objects of the innovation. The author proves that the application Choque integral expands optimization solutions distribution of innovative resources, which is the multi-criteria under uncertainty. In article is shown the necessity of weakening the independence of binary relations innovative resources and innovation for building correct mathematical models in making decisions order their balanced distribution.

Keywords: innovative resources, economy of the active connect, anthropogenic factors, anthropogenic succession, innovative self-organizing business forming technology, Choque integral

Информационные и когнитивные технологии входят в перечень критических технологий современной России, определенный в Указе Президента России № 899 от 7 июля 2011 г. [13]. Они также являются приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники согласно «Прогнозу научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года» [3]. К информационным технологиям относятся и инновационные самоорганизующиеся бизнесобразующие технологии (ИСБОТ), являющиеся эндогенной основой авторской научной концепции сбалансированного распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций.

Простые инновационные бизнесобразующие технологии были рассмотрены нами в ранее опубликованных работах [6]. Они были определены не только как алгоритм действий по внедрению идей, но и как технологии общения между участниками процесса реализации инновационной стратегии развития предприятия, методики обмена и структурирования информации между ними. Это способ общения и формирования не только инновационных стратегий, но и информационного сознания субъектов инновационной деятельности. Возможно описание этих объектов как в виде сокращенного алгоритма или элементарной понятийной схемы, состоящей из минимального количества элементов, так и в форме подробнейшего самосовершенствующегося (то есть с учетом влияния антропогенного фактора) мультимедийного объекта. Идеальная инновационная бизнесобразующая технология – это самосовершенствующийся «цифровой организм», интерактивная модель процесса реализации инновационной стратегии развития.

Целью данной работы было построение и анализ методов решения многокритериальных задач оптимизации сбалансированного распределения инновационных ресурсов предприятий между объектами инноваций в приложении к задачам системного анализа посредством

поиска экстремальных значений интеграла Шоке. С практической точки зрения это обеспечивает дополнительные возможности проектирования информационных систем, в том числе с элементами искусственного интеллекта, с применением неаддитивных интегралов.

Основы авторской теории экономики активного коннекта. В современных условиях экономического развития России, характеризующихся усилением санкционных мер со стороны стран ЕС и США, особую роль приобретают технологии более высокого уровня – уровня самоорганизации. Характерной чертой ИСБОТ является капитализация интеллектуального «сырья» в виде идей и действий, которые необходимо совершить для получения (обеспечения) новых инноваций или нового знания. Иными словами, они призваны не только отвечать на вопросы, но и формировать их, отправляя «импульсы» организаторам инновационных процессов на предприятиях. Участники, включенные в процесс реализации инновационных стратегий развития, совместно принимают решения, а также вносят необходимые изменения в тот раздел инновационных бизнесобразующих технологий, за которые они отвечают. Таким образом, за счет обмена информацией происходит принятие скоординированных управленческих или иных решений. В общем случае ИСБОТ как средство корпоративного общения и технологии обмена информацией способны создавать новое знание постоянно и притом в полуавтоматическом режиме.

В ИСБОТ отражены все возможные модели и алгоритмы действий по созданию объектов инноваций, их брендингу, производству и выводу на рынок. То есть это системообразующий многоуровневый гипертекст, заключенный в форму четкой и понятной интерактивной инструкции, допускающей однозначную реализацию в виде программных средств для ЭВМ.

Как нами уже указывалось [8], новая экономика – это не просто экономика информации или экономика коммуникаций (от английского communication – делаю общим, контакт, связь, то есть подразумевает линии как материального, так и информационного обеспечения того или иного объекта). Это уже экономика коннекта (connect в переводе с английского означает соединять, устанавливать взаимоотношения, налаживать контакты, связываться, соединяться, ассоциировать, то есть ставить в причинную связь, быть согласованными, устанавливать непосредственную связь и т.д.) [11].

Таким образом, концепция ИСБОТ потребовала от нас исследования не только в нетрадиционном для экономики направлении, но и выявила необходимость разработки нового направления как самостоятельной области экономических знаний – экономической теории активного коннекта (эконоконнекта).

Термин «теория экономики активного коннекта» впервые был введен автором и до настоящего времени пока не применялся в литературе. Однако в современной экономической науке объективная потребность в нем имеется уже давно. Поэтому учет такого фактора необходимо воспринимать как необходимое изменение в современных российских условиях не только для анализа характера труда, но и всего социума.

Теория экономики активного коннекта – это целостная, развивающаяся система знаний, исследующая хозяйственную деятельность человека. При этом предусматривается широкое применение информационных и когнитивных технологий в процессах производства, распределения и потребления общественных благ, информационного обеспечения социально-экономических процессов.

Актуальность авторского подхода состоит в возможности снизить действие неопределенности антропогенных факторов как основных причин неустойчивости аддитивных моделей и алгоритмов принятия решений. Такой положительный эффект обеспечивается за счет увеличения инвестиций на разработку ИСБОТ. Одной из целей этих инвестиций является эконономормирование антропогенных факторов, так как трансакционные издержки не

должны превышать размер выгод от решения проблем внешних воздействий на системы, описываемые аддитивными моделями и алгоритмами.

Новизна авторского подхода заключается в необходимости учета транзакционных издержек длительности и интенсивности информационного активного контакта между сотрудниками всех уровней и на всех итерациях (этапах) процесса реализации интеграционной модели на основе ИСБОТ. Источник этих транзакционных издержек – асимметричность информационного активного контакта между разработчиками интеграционной модели и ее реализаторами.

Основную идею теории экономики активного контакта (эконоконтакта) мы определяем как эндогенный информационно-контактный подход к поведению сотрудников предприятия (организации) при реализации ими интеграционной модели инновационной стратегии с целью достижения конкурентноспособности и возможности максимизации рыночной стоимости предприятия, что в отношении коммерческих фирм означает их «капитализацию».

Фундаментальная характеристика теории экономического контакта – антропогенные факторы, влияющие прямо или косвенно на эффективность процессов формирования, реализации и саморазвития инновационных бизнесобразующих технологий. Антропогенные факторы опосредуются через кадровые ресурсы, задействованные в интеграционных моделях реализации инновационной стратегии устойчивого развития предприятий (организаций).

Результат негативного влияния антропогенных факторов – антропогенные сукцессии. Для ограничения их воздействия необходима разработка методов мониторинга и/или экононормирование. Последнее автор предложил осуществлять в рамках концепции сбалансированного распределения инновационных ресурсов между потенциальными объектами инноваций.

Однако методы принятия управленческих решений – это одна из самых спорных и актуальных тем в теории управления. В работах по теории управления [10, 12, 14] наиболее распространена следующая общая схема классификации методов принятия решений: неформальные (эвристические) или индивидуальные методы принятия решений; коллективные (наиболее полно описанные в период с 50-х годов прошлого века по настоящее время); а также количественные методы (основанные на выборе решений путем обработки больших массивов информации с помощью ЭВМ).

К сожалению, в большинстве исследований вышеназванные группы методов принятия решений из-за присущих им недостатков и различий в способах воздействия на объекты управления слабо «комплексированы», особенно это характерно для индивидуальных и коллективных методов. Причина слабой интеграции разных групп методов, на наш взгляд, состоит в том, что отсутствуют «навигационные» методы и подходы, которые представляют из себя «ассоциативные связи-параметры». Это соответствует тому, что при изменении в одной группе методов принятия решений сразу же меняются взаимосвязанные параметры в других применяемых подходах.

По мнению автора, выбор конкретного набора «навигационных» подходов (методов) позволяет сформировать оптимальные управляющие воздействия. Поэтому, на наш взгляд, задачи принятия решений для сбалансированного распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций, перспективно рассматривать с применением методов поиска экстремальных значений интеграла Шоке. Эти методы и выступают в роли предлагаемых нами «навигационных» методов.

Интеграл Шоке в задачах принятия решений.

Существующие подходы к задаче оптимизации экстремальных значений интеграла Шоке в современных исследованиях. До настоящего времени основная часть исследований по данному вопросу была посвящена решению многокритериальных версий задач комбинаторной оптимизации. Так, например, в статье Л. Галанда и его коллег [18] рассматриваются задачи использования минимального покрывающего дерева в поисках кратчайшего пути на

графах, где каждое ребро имеет несколько весов. Получающееся в результате дерево (путь) характеризуется некоторым вектором. Для того, чтобы выбрать из различных вариантов наилучший, авторы предлагают использовать интеграл Шоке для агрегации таких векторов в интегральные оценки. Таким образом, постановка задачи соответствует минимизации интеграла Шоке на дискретном множестве. Для уменьшения объема вычислений авторы предлагают использовать метод ветвей и границ, в котором верхняя грань вычисляется с помощью следующего свойства:

$$C(v, f) \leq \langle p, f \rangle, p \in \text{Core}(\bar{v}), \quad (1)$$

где $C(v, f)$ – интеграл Шоке по некоторой емкости $v, f = \{f_1, \dots, f_n\}$ – функции весов, $\bar{v}$ – емкость, сопряженная к v , то есть $\bar{v}(A) = 1 - v\left(\frac{N}{A}\right), \forall A \subset N$; и $\text{Core}(\bar{v})$ – ядро, которое (как уже было упомянуто ранее) определяется как множество вероятностей p , таких, что $p(A) \geq v(A); \forall A \in 2^N; p(N) = v(N)$. Емкостью авторы называют неаддитивную меру v на 2^S .

Авторы рассматривают только случай 2-чередующейся (субмодулярной) емкости (т.е. $v(A \cup B) + v(A \cap B) \leq v(A) + v(B) \forall A, B \subset N$).

Расширение данного подхода было предложено Д. Дюбуа и его коллегами [15], которые представили метод вычисления нижней границы без введения предположения о субмодулярности емкости и продемонстрировали его применение к многокритериальной задаче о кратчайшем пути на графе. Еще одно приложение интеграла Шоке в задачах комбинаторной оптимизации было представлено группой ученых в работе [17], а также М. Тимониным [20], которые своей целью ставили нахождение подмножества допустимого множества, на котором значение интеграла Шоке лежит в некоторой заданной области вариантов:

$$C(v, f(z)) \in [y_l, y^h].$$

Анализ вышеприведенных подходов к решению задач оптимизации экстремальных значений интеграла Шоке показал, что главными их недостатками являются следующие: игнорирование предположений о характере емкости; слабая агрегация произвольных вогнутых функций ценности; невозможность их применения к задаче робастного программирования для случая, когда предпочтения лиц, принимающих решения, не позволяют однозначно определить выбор среди существующих вариантов распределения инновационных ресурсов предприятия (организации) между объектами инноваций.

Эти недостатки и обуславливают использование нами нового подхода к задачам комбинаторной оптимизации на основе метода экстремальных значений интеграла Шоке, так как он позволяет преодолеть разницу между индивидуальными и коллективными методами принятия решений. Это обеспечивается в дистанционной форме – за счет использования информационно-коммуникационных технологий для обеспечения «коннективности» сферы управления инновационными ресурсами предприятий и организаций.

Авторский метод поиска экстремальных значений интеграла Шоке и его применение в задачах принятия решений. Фундаментальным вопросом теории экономики активного коннекта является задача построения корректного отображения бинарных отношений (так называемых «предпочтений») при выборе инновационных ресурсов предприятия на некотором абстрактном множестве возможных объектов инноваций среди элементов множества « $\mathbf{R}$ ». Математически данная задача может быть сформулирована как задача построения гомоморфизма между структурой, состоящей из абстрактного множества « $\mathbf{X}$ »; некоторого «числа отношений» на этом множестве, а также структуры, состоящей из подмножеств множества действительных чисел « $\mathbf{R}$ », и привычных отношений, таких как «+» и др.

Решение данной задачи опирается на два основных класса теорем. Утверждения теорем представимости связывают определенные фундаментальные характеристики исходной структуры с принципиальной возможностью построения гомоморфизма. Утверждения теорем единственности описывают множество гомоморфизмов, связывающих охарактеризованную аксиомами структуру $\langle X, \geq, \dots \rangle$ с одной и той же структурой $\langle R, \geq, \dots \rangle$.

Первым классом задач принятия решений является сбалансированное распределение инновационных ресурсов между объектами инноваций в условиях неопределенности результатов инновационной деятельности предприятий. Так, если предпочтения менеджеров предприятия, принимающих решения, согласуются с рядом фундаментальных свойств (аксиом), то возможно отображение этих предпочтений с помощью так называемой ожидаемой полезности (т.е. аддитивной модели).

Введем формальное определение задачи принятия решений в условиях неопределенности, которым будем называть «ансамбль» $(S, X, F, \geq)$, где S – множество состояний баланса инновационных ресурсов между объектами инноваций; X – множество исходов выбора объектов инноваций; F – множество действий функции из S на X ; $\geq$ – отношение предпочтения выбора инновационных ресурсов на F или на X .

Таким образом, мы рассматриваем решение задачи принятия решения по распределению инновационных ресурсов предприятия при следующих условиях:

а) предпочтения менеджеров, принимающих решения по устранению диспаритета баланса распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций, характеризуются вышеприведенным «ансамблем»;

б) решения принимаются так, как если бы существовало некоторое вероятностное распределение или субъективная вероятность, описывающее насколько вероятно возникновение того или иного исхода;

в) наиболее предпочтительное решение данной задачи максимизирует ожидаемую полезность.

Вторым классом задач принятия решений данного типа являются многокритериальные задачи. При этом первым этапом является отбор объектов инноваций на основе Парето-оптимальности, то есть их поиск с недоминированными векторами оценок. Содержание данного этапа нами уже было ранее рассмотрено в [9].

Многокритериальной задачей принятия решения будем называть «ансамбль» $(N, X, \geq)$, где N – множество критериев параметризации баланса распределения инновационных ресурсов предприятия между объектами инноваций; $X_i, i \in N$ – множество значений критериев;

$X = \prod X_i, i \in N$ – множество «альтернатив» выбора объектов инноваций.

Таким образом, с учетом принятых условий и допущений аддитивная модель для случая «не менее трех критериев» имеет следующий вид:

$$x \geq y \longleftrightarrow \sum_{i=1}^n v_i(x_i) \geq \sum_{i=1}^n v_i(y_i). \quad (2)$$

В геометрической интерпретации эта запись означает, что если две траектории неравенств отношений предпочтения выбора имеют общую точку, то они совпадают. При этом каждая траектория решений автономных неравенств/предпочтений принадлежит одному из трех принятых нами выше условий.

Частным случаем аддитивной модели является взвешенное арифметическое усреднение:

$$x \geq y \longleftrightarrow \sum_{i=1}^n w_i x_i \geq \sum_{i=1}^n w_i y_i. \quad (3)$$

Неоспоримым преимуществом аддитивной модели (3) является ее простота. В статье американского ученого Л. Саваж [19] впервые была предложена аксиоматизация принятия решений в условиях неопределенности. При этом предпочтения, согласующиеся с упомянутыми аксиомами, были названы рациональным поведением. Такая характеристика вызвала значительную критику. Одним из ее наиболее известных примеров является так называемый парадокс Д. Элсберга [16].

В многокритериальных задачах принятия решений можно говорить о «взаимодействии» таких критериев, как взаимодополнение, взаимозамещение, корреляция и т.д. В то же время в задачах принятия решений в условиях неопределенности нарушения аксиомы независимости могут появляться в задачах, характеризующихся недостаточной информацией – например, в случаях, когда возможное развитие событий описывается не одним, а несколькими возможными вероятностными распределениями.

Для разрешения проблем, связанных с интенциональными условиями аксиомы независимости, американская группа ученых [17] предложила ослабить аксиоматику аддитивной модели, заменив независимость на так называемую комонотонную независимость, которая имеет следующий вид:

$$f \geq g \leftrightarrow (C) \int_S u(f) dv \geq (C) \int_S u(g) dv, \quad (4)$$

где $(C) \int_S u(f) dv$ – интеграл Шоке, а дискретным интегралом Шоке является:

$$C(v, (g_1, \dots, g_n)) = \sum_{i=1}^n (g_i - g_{(i-1)}) v(j | G(i) \geq g_i). \quad (5)$$

Данная модель является непосредственным обобщением аддитивной модели. С одной стороны, присутствие независимости подразумевает также и комонотонную независимость, а с другой – вероятность является частным случаем аддитивной емкости. Интеграл Шоке в данном случае совпадает с интегралом Лебега.

Такой подход позволяет решать проблемы, моделирование которых в рамках классических моделей было невозможным. В свою очередь, это расширяет границы моделирования задач принятия решений. В частности, неотображаемый в аддитивных моделях феномен «уклонения от неопределенности» становится возможным смоделировать с помощью интеграла Шоке.

Интеграл Шоке начал применяться также и в многокритериальных задачах принятия решений. В последние годы он получает все более широкое распространение, так как позволяет существенно расширить возможности моделирования предпочтений менеджеров предприятий, принимающих решения по оптимизации распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций.

Однако в современных исследованиях существует дисбаланс между резко возросшей потребностью в автоматизации процесса оценки значений интеграла Шоке с помощью программных средств и предложениями ученых (разработчиков) для автоматизации получения решений в этой области. Только в последнее десятилетие делаются первые попытки устранения данного несоответствия [1, 2, 4, 5].

При таких условиях естественным критерием в многокритериальных задачах является Парето-доминирование: если некоторый элемент множества решений имеет значения по всем критериям не худшие, чем у некоторого другого элемента и превосходит его хотя бы по одному критерию, то первый элемент является более предпочтительным. Аддитивные модели обеспечивают выполнение данного условия. Однако в неаддитивных моделях, учитывающих взаимодействие между критериями, может возникнуть ситуация, при которой два элемента будут иметь равную оценку, при том, что один из них Парето-доминирует.

В результате исследования нами были выявлены несколько методов, позволяющих обеспечить соблюдение принципа Парето-доминирования при использовании интеграла Шоке [7, 9].

1. Выбрать из « g » – множества оптимальных вариантов распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций Парето-оптимальный. Поскольку $g \rightarrow C(v, f) \geq C(v, g)$, то среди максимизаторов $C(v, f), f \in X_0$ всегда найдется Парето-оптимальное решение.

2. Установить « X_0 » равным множеству Парето-оптимальных точек. Иными словами, задача максимизации интеграла Шоке будет являться задачей уточнения решения среди Парето-оптимальных вариантов. Во многих прикладных задачах такой переход может быть осуществлен сравнительно легко. Например, в задаче с ограничением объема распределяемых инновационных ресурсов предприятия между объектами инноваций $\sum_{i \in NZ_i} \leq B$

достаточно перейти к множеству $\sum_{i \in NZ_i} = B$.

3. Уточнить « v » – емкость «ансамбля» вариантов распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций в неаддитивных моделях, когда предпочтениям менеджеров предприятия удовлетворяет не одна, а несколько емкостей.

Практическое применение метода поиска экстремальных значений интеграла Шоке. Анализ многокритериальных предпочтений позволяет предприятиям (лицам, принимающим решения) лучше понимать структуру инновационных ресурсов и развивать их в соответствии с запросами рынка. Для примера проведем анализ инновационных систем (подходов) для нескольких предприятий, входящих в ОАО «Концерн Моринформсистема-Агат», для удобства, обозначив их как № 1, № 2, № 3 и № 4. Набор данных (НД) – это задекларированные показатели из бухгалтерских балансов и финансовых отчетов о результатах инновационной активности (деятельности) этих предприятий.

По каждому предприятию набор данных (НД) содержит оценки по следующим показателям: (1) основные средства; (2) оборотные активы; (3) нематериальные активы; (4) маркетинговые ресурсы; (5) управленческо-инфраструктурные ресурсы; (6) трудовые ресурсы (далее – критерии или показатели 1, 2, 3, 4, 5, 6), а также суммарную оценку по всем показателям (табл. 1).

Таблица 1

Показатели анализируемого множества		
Предприятия	НД 2012 г.(в млн руб.)	НД 2013 г.(в млн руб.)
№1	340	344
№2	357	349
№3	162	176
№4	77	86
Итого	936	955

На основании НД за 2013 г. проведем так называемое «профилирование», то есть построение модели, основанной на интеграле Шоке, для каждого из предприятий. Применяв алгоритм расчета, описанный нами для формулы (1), получим для каждого предприятия емкости, которые характеризуют наиболее значимые факторы и характер их взаимодействия (табл. 2 и 3).

Таблица 2

Относительная важность критериев

Предприятия	Критерии (показатели)					
	1. Основ- ные средства	2. Оборот- ные активы	3. Немате- риальные активы	4. Марке- тин- говые ресурсы	5. Управлен- ческо-инфра- структурные ресурсы	6. Трудо- вые ресурсы
№ 1	0,192	0,125	0,108	0,075	0,142	0,358
№ 2	0,117	0,100	0,083	0,075	0,308	0,317
№ 3	0,217	0,217	0,017	0,183	0,100	0,267
№ 4	0,317	0,233	0,200	0,150	0,033	0,067

Таблица 3

Индексы взаимодействия критериев

Предприятия	ИНДЕКСЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ						
	КРИТЕРИИ	1.	2.	3.	4.	5.	6.
№ 1	1.	–	–0,067	–0,192	–0,108	–0,100	–0,267
	2.	–0,067	–	–0,067	0,017	0,142	–0,025
	3.	–0,192	–0,067	–	–0,058	0,100	0,100
	4.	–0,108	0,017	–0,058	–	0,017	0,017
	5.	–0,100	0,142	0,100	0,017	–	–0,358
	6.	–0,267	–0,025	0,100	0,017	–0,358	–
№ 2	1.	–	0,008	–0,033	0,092	0,133	–0,200
	2.	0,008	–	0,175	–0,200	–0,075	0,092
	3.	–0,033	0,175	–	–0,158	–0,033	0,050
	4.	0,092	–0,200	–0,158	–	0,092	0,175
	5.	0,133	–0,075	–0,033	0,092	–	–0,117
	6.	–0,200	0,092	0,050	0,175	–0,117	–
№ 3	1.	–	0,200	0,050	–0,217	–0,117	–0,050
	2.	0,200	–	–0,050	–0,217	0,117	–0,050
	3.	0,050	–0,050	–	0,033	0,033	0,033
	4.	–0,217	–0,217	0,033	–	0,033	0,367
	5.	–0,117	0,117	0,033	0,033	–	0,300
	6.	–0,050	–0,050	0,033	0,367	0,300	–
№ 4	1.	–	0,333	0,417	–0,500	–0,083	–0,167
	2.	0,333	–	–0,583	0,167	0,083	0,000
	3.	0,417	–0,583	–	0,083	0,000	0,083
	4.	–0,500	0,167	0,083	–	0,083	0,167
	5.	–0,083	0,083	0,000	0,083	–	–0,083
	6.	–0,167	0,000	0,083	0,167	–0,083	–

Анализируя содержимое табл. 2 и 3, можно сделать вывод о различиях в предпочтениях менеджеров различных предприятий в распределении ими инновационных ресурсов между объектами инноваций. Например, судя по высоким значениям коэффициентов в соответствующих клетках табл. 2, делаем заключение, что для предприятия № 4 большое значение имеет критерий 1, в то время как для предприятий № 1, № 2 и № 3 – критерий 6.

Выявляется также и характер взаимодействия между критериями на различных предприятиях. Например, табл. 3 показывает, что согласно предпочтениям менеджеров предприятия № 3 положительно взаимодействуют критерии 4 и 6. С другой стороны, крите-

рии 2 и 4 взаимодействуют отрицательно. Аналогичная картина наблюдается и по другим предприятиям: № 1 – положительно взаимодействуют критерии 2 и 5, в то время как критерии 5 и 6 взаимодействуют отрицательно; № 2 – положительно взаимодействуют критерии 4 и 6, а 2 и 4 взаимодействуют отрицательно; № 4 – взаимодействие между критериями 1 и 2 имеет положительную оценку, и в то же время между критериями 2 и 4 – отрицательную.

Следовательно, хорошая оценка по обоим критериям одновременно не приводит к значительному преимуществу перед случаями, в которых лишь один из критериев имеет высокую оценку для силы взаимодействия.

Разработанный нами метод позволяет дополнить рассматриваемый механизм определения наилучшего варианта распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций.

Построив функции важности для всех критериев (данные табл. 2), то есть функции, связывающие объем инвестиций, вложенных в определенные объекты инноваций, с уровнем «удовлетворенности» этими инновациями, становится возможным сформулировать задачу по определению оптимального баланса распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций в рамках некоторого бюджета предприятия.

Задача нахождения оптимального решения формулируется как задача максимизации интеграла Шоке по фиксированной емкости (формула (5)). С помощью математической модели (формула (4)) и применив формулы (2) и (3), целевую функцию на основе данных, представленных в табл. 2 и 3, можно разложить на 193 вогнутых компонента. При этом нами были получены следующие значения критериев: (1) 0; (2) 0,431; (3) 0,179; (4) 0,650; (5) 0,868; (6) 0,868. Эти значения мы можем назвать глобальными максимумами профилей предприятий. При таких показателях критериев (элементов инновационных ресурсов предприятий) максимальное значение интеграла Шоке достигает величины 0,873.

При анализе этого значения путем сопоставления с данными табл. 2 и 3 видно, что критерии 2 и 6 получили наибольшую долю ресурсов, ввиду их положительного взаимодействия. Как видно из вышеприведенных данных, доля критерия 1, ввиду его отрицательного взаимодействия с большинством критериев, равняется нулю. Объемы вложений, соответствующие остальным критериям, согласуются со значениями интеграла Шоке и индексами взаимодействия (табл. 3).

С целью более формальной демонстрации этого примера рассмотрим отклонения от глобальных максимумов всех профилей в точке максимума интеграла Шоке. Как можно заметить, значения отклонений для ряда профилей достаточно существенны, что наглядно свидетельствует о конфликте предпочтений между этими предприятиями.

Для анализа связи оценок по отдельным критериям с итоговой общей оценкой мы используем четыре модели [20]: арифметическое среднее (АС), взвешенное арифметическое среднее (ВАС), упорядоченное взвешенное среднее (УВС) и интеграл Шоке (ИШ), применив соответственно формулы (2), (3), (4) и (5).

Параметры моделей ищутся путем минимизации максимального значения абсолютного отклонения данных от предсказанных значений. Качество моделирования оценивалось с помощью величины среднего абсолютного отклонения значений модели от реальных данных. Результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4

Величины среднего абсолютного отклонения для различных моделей

Модель	НД 2012	НД 2013
АС	0,0676	0,0656
ВАС	0,0643	0,0636
УВС	0,0658	0,0639
ИШ	0,0541	0,0518

Таким образом, для руководства концерна целесообразно нахождение компромиссной модели, которая привела бы к сбалансированному распределению инновационных ресурсов между объектами инноваций для всех четырех предприятий одновременно. Применение метода максимальных значений интеграла Шоке в решении задач теории управления и позволяет достичь эту цель.

Выводы.

1. Условие независимости бинарных отношений инновационных ресурсов и объектов инноваций не выполняется в подавляющем большинстве практических задач по исследованию диспаритетности баланса распределения ресурсов. Поэтому ослабление данной аксиомы является необходимым условием для построения корректных моделей в задачах по принятию решений менеджерами предприятий по сбалансированному распределению инновационных ресурсов между потенциальными объектами инноваций.

2. Интеграл Шоке позволяет отражать предпочтения менеджеров предприятий, нарушающие принцип независимости «ансамбля» альтернатив их выбора. Его применение существенно расширяет возможности оптимизации решений для менеджеров в случаях как многокритериальных задач, так и задач принятия решений в условиях неопределенности. Это позволяет моделировать, с одной стороны, разнообразные виды взаимодействий между критериями параметризации баланса распределения инновационных ресурсов, а с другой – ситуации принятия решений в условиях недостаточной информации для выбора объектов инноваций с целью оптимизации баланса распределения инновационных ресурсов.

3. На сегодняшний день методы поиска экстремальных значений интеграла Шоке и их применение в задачах принятия решений недостаточно исследованы. Методы, содержащиеся в опубликованных работах, обладают существенными ограничениями. Поэтому создание более эффективных методик и алгоритмов на основе использования интеграла Шоке важно как в практическом, так и в теоретическом плане.

Список литературы

1. Брумштейн Ю. М. Анализ моделей и методов выбора оптимальных совокупностей решений для задач планирования в условиях ресурсных ограничений и рисков / Ю. М. Брумштейн, Д. А. Тарков, И. А. Дюдилов // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 3. – С. 169–180.
2. Гайсин В. Ф. Методология построения мультиагентной системы поддержки принятия решений планирования распределения финансовых ресурсов группы предприятий с учетом механизма демпфирования / В. Ф. Гайсин // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2011. – № 1. – С. 20–24.
3. Долгосрочный прогноз важнейших направлений научно-технического развития на период до 2030 года. – Режим доступа: <http://www.innovation.gov.ru/taxonomy/term/1352> (дата обращения 10.11.2014), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
4. Камаев В. А. Абдукция – инструмент концептуального проектирования новых технических систем / В. А. Камаев // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2011. – № 2. – С. 32–36.
5. Кандырин Ю. В. Многокритериальное структурирование альтернатив в автоматизированных системах выбора / Ю. В. Кандырин, Л. Т. Сазонова, Г. Л. Шкурина, А. Д. Чивилев // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2014. – № 1. – С. 23–33.
6. Лавриченко О. В. Инновационные бизнесобразующие технологии как эндогенная основа инновационной системы промышленного предприятия : монограф. / О. В. Лавриченко. – Москва : Изд-во МосГУ «Социум», 2014. – 136 с.
7. Лавриченко О. В. Разработка математического обеспечения системы управления инновационными ресурсами промышленных предприятий / О. В. Лавриченко // Молодой ученый. – 2014. – № 8 (67). – С. 191–196.

8. Лавриченко О. В. Оптимизация распределения инновационных ресурсов предприятий между объектами инноваций методом анализа неоднородных совокупностей / О. В. Лавриченко // Журнал научных и прикладных исследований. – 2014. – № 7. – С. 38–41.
9. Лавриченко О. В. Функция сходства многомерных объектов и отношение Парето в оперативном управлении распределением инновационных ресурсов промышленного предприятия / О. В. Лавриченко // Молодой ученый. – 2014. – № 12 (71). – С. 87–90.
10. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати ; пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. – Москва : Радио и связь, 1993. – 278 с.
11. Словарь иностранных слов / под ред. И. А. Васюковой. – Москва : Изд-во АСТ, 2005. – С. 561.
12. Солопов В. Ю. Информационная поддержка принятия управленческих решений на региональном уровне / В. Ю. Солопов, А. В. Кошкарров // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2012. – № 1. – С. 57–66.
13. Указ Президента РФ от 07.07.2011 г. № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации. – Режим доступа: <http://www.graph.document.kremlin.ru/page.aspx> (дата обращения 10.11.2014), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
14. Черчмен У. Введение в исследование операций / У. Черчмен, Р. Акоф, Л. Арноф ; пер. с англ. В. Я. Алтаева. – Москва : Наука, 1968. – 485 с.
15. Dubois D. Capacity refinements and their application to qualitative decision avaluation / D. Dubois, H. Fargier. – Available at: http://www.dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02906-6_28 (accessed 14.06.2014).
16. Ellsberg D. Risk, ambiguity and the Savage axioms / D. Ellsberg // The Quarterly Journal of Economics. – 1961. – Vol. 75, № 4. – P. 643–669.
17. Fouchal H. Preferred solutions computed with alabal setting alorihm based on Choque integral for multi-objective shortest paths / H. Fouchal, X. Gandibleux, F. LeHuede // Simposium on computational intelligence in multicriteria decision-making. – 2011. – P. 76–78.
18. Galand L. A branch and bound Choque integral optimization in multicriteria problems / L. Galand, P. Parny, O. Spanjard // Multiple criteria decision making for sustainable energy and transportation systems. – 2010. – P. 355–365.
19. Savage L. J. The theory of statistical decision / L. J. Savage // Journal of the American Statistical Association. – 1951. – Vol. 46, № 253. – P. 55–67.
20. Timonin M. Robust optimization of the Choque integral / M. Timonin. – Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165011412001856>. (accessed 14.06.2014).

References

1. Brumshteyn Yu. M., Tarkov D. A., Dyudikov I. A. Analiz modeley i metodov vybora optimalnykh sovokupnostey resheniy dlya zadach planirovaniya v usloviyakh resursnykh ograniчений i riskov [Analysis of the models and methods of selecting optimal sets of solutions for problems of planning under resource constraints and risks]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2013, no. 3, pp. 169–180.
2. Gaysin V. F. Metodologiya postroeniya multiagentnoy sistemy podderzhki prinyatiya resheniy planirovaniya raspredeleniya finansovykh resursov gruppy predpriyatiy s uchetom mekhanizma dempfirovaniya [The methodology for constructing multi-agent decision support system for allocating financial resources planning group companies based damping mechanism]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2011, no. 1, pp. 20–24.
3. Long-term forecasts of the major areas of scientific and technological development for the period till 2030. Available at: <http://www.innovation.gov.ru/taxonomy/term/1352.pdf> (accessed 10 November 2014) (in Russ.).
4. Kamaev V. A. Abduktsiya – instrument kontseptualnogo proektirovaniya novykh tekhnicheskikh system [Abduction is the tool of conceptual design of new technical systems]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2011, no. 2, pp. 32–36.
5. Kandyrin Ju. V., Sazonova L. T., Shkurina G. L., Chivilev A. D. Mnogokriterialnoe strukturirovanie alternativ v avtomatizirovannykh sistemakh vybora [Multicriteria structuring alternatives in automated

systems of choice]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2014, no. 1, pp. 23–33.

6. Lavrichenko O. V. *Innovatsionnye biznesobrazuyushhie tekhnologii kak endogennaya osnova innovatsionnoy sistemy promyshlennogo predpriyatiya* [Innovative business forming technologies as an endogenous base of the innovation system of industrial enterprise]. Moscow, 2014. 136 p.

7. Lavrichenko O. V. *Razrabotka matematicheskogo obespecheniya sistemy upravleniya innovatsionnymi resursami promyshlennykh predpriyatiy* [Development of a software system of innovative resources of industrial enterprises]. *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2014, no. 8 (67), pp. 191–196.

8. Lavrichenko O. V. *Optimizatsiya raspredeleniya innovatsionnykh resursov predpriyatiy mezhdu obektami innovatsiy metodom analiza neodnorodnykh sovokupnostey* [Optimization of the distribution of innovative enterprise resource between objects innovation by analyzing the inhomogeneous aggregates]. *Zhurnal nauchnykh i prikladnykh issledovaniy* [Journal of Scientific and Applied Researches], 2014, no. 7, pp. 38–41.

9. Lavrichenko O. V. *Funktsiya skhodstva mnogomernykh obektov i otnoshenie Pareto v operativnom upravlenii raspredeleniem innovatsionnykh resursov promyshlennogo predpriyatiya* [Similarity function of multidimensional objects and relations in the operational management of the Pareto distribution of innovative resources of an industrial enterprise]. *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2014, no. 12 (71), pp. 87–90.

10. Saati T. *Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarhiy* [Decisionmaking. Analytic hierarchy]. Moscow, Radio i svyaz, 1993. 278 p.

11. Vasyukova I. A. (ed.) *Slovar inostrannykh slov* [Dictionary of foreign words]. Moscow, 2005, p. 561.

12. Solopov V. Yu., Koshkarov A. V. *Informatsionnaya podderzhka prinyatiya upravlencheskiykh resheniy na regionalnom urovne* [Information support management decision-making at the regional level]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2012, no. 1, pp. 57–66.

13. Presidential Decree of 07.07.2011, no. 899 «On approval of the priority directions of science, technology and engineering in the Russian Federation and of the list of critical technologies of the Russian Federation. Available at: <http://www.graph.document.kremlin.ru/page.aspx.pdf> (accessed 10 November 2014).

14. Cherchmen U., Akof R., Arnof L. *Vvedenie v issledovanie operatsiy* [Introduction to operations research]. Moscow, Nauka, 1968. 485 p.

15. Dubois D., Fargier H. Capacity refinements and their application to qualitative decision evaluation. Available at: http://www.dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02906-6_28.pdf (accessed 14 June 2014) (In Russ.)

16. Ellsberg D. Risk, ambiguity and the Savage axioms. *The Quarterly Journal of Economics*, 1961, vol. 75, no. 4, pp. 643–669.

17. Fouchal H., Gandibleux X., Le Huede F. Preferred solutions computed with alabal setting algorithm based on Choque integral for multi-objective shortest paths. *Symposium on computational intelligence in multicriteria decision-making*, 2011, pp. 76–78.

18. Galand L., Parny P., Spanjard O. A branch and bound Choque integral optimization in multicriteria problems. *Multiple criteria decision making for sustainable energy and transportation systems*, 2010, pp. 355–365.

19. Savage L.J. The theory of statistical decision. *Journal of the American Statistical Association*, 1951, vol. 46, no. 253, pp. 55–67.

20. Timonin M. Robust optimization of the Choque integral. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165011412001856.pdf> (accessed 14 June 2014). (In Russ.)