Трехфакторная модель управления устойчивостью инновационного химического проекта в условиях экономической неопределенности

Беилин И.Л.¹

¹ Казанский федеральный университет, Казань, Россия

АННОТАЦИЯ:

На основе аппроксимирующего полинома представлена трехфакторная модель управления устойчивостью инновационного химического проекта в условиях экономической неопределенности. Экономическая неопределенность в химическом секторе может быть обусловлена внутри- и внешнеэкономическими и политическими, инвестиционными, инновационными, конъюнктурными, коммерческими, сырьевыми, отраслевыми и другими факторами. В разработанной модели уровни изолиний показывают одновременно лучшее соотношение трех экономических характеристик инновационного проекта по всему диапазону матрицы планирования, а также предоставляют возможности прогнозирования чистой текущей стоимости и доходности капитала проекта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: трехфакторная модель, инновационный химический проект, управление проектом, экономико-математическое моделирование, устойчивость.

Three-factor model for managing the sustainability of an innovative chemical project under conditions of economic uncertainty

Beilin I.L.¹¹ Kazan Federal University, Russia

Введение

С конца 20 века в международной бизнес среде считалось, что компания может завоевать преимущество в своей отрасли, опережая конкурентов, предлагая продукты высшего качества или являясь лидером цен. Принималось как факт, что компания может конкурировать только в двух из этих трех областей. Исторически сложилось, что жизненный цикл продукта начинался, когда компания (как правило, лидер рынка) впервые представляла свои новые предложения на рынок. Затем конкуренты предлагали похожие продукты более высокого качества, далее на рынке появлялись компании, предлагающие аналогичное качество по более привлекательной цене. Японские про-

изводители, такие как Toyota и Sony, показали, что компании могут конкурировать во всех трех стратегиях одновременно и становиться лидерами отрасли. Традиционный бизнес понял, что «быстрее», «лучше», «дешевле» не являются единственными переменными, которые потребители взвешивают при принятии решений о покупке. Чтобы доминировать в отрасли, организации должны постоянно создавать инновации и оставаться гибкими, иметь возможность с уверенностью проводить стратегические инициативы, включая альянсы, приобретения, аутсорсинг и глобальную экспансию. Компании также нуждаются в средствах для консолидации своего бизнеса во время экономических спадов, используя экономически эффективные новые инструменты для интеграции бизнес-процессов. Для достижения высоких результатов сначала требуется оснащение исполнительного руководства контрольными процессами и точной информацией для принятия обоснованных решений для корректировки и перестройки стратегического курса. После принятия решений проекты по оптимизации бизнес-процессов требуют от компании изучения и использования возможностей сокращения затрат, времени цикла, улучшения уровня обслуживания или качества продукции.

Инициативы оптимизации бизнес-процессов зависят от конкурентной среды, с которой организация сталкивается в своей сфере деятельности. Например, процессы управления обслуживанием клиентов очень важны в финансовых службах и правительственных секторах, где основное внимание уделяется взаимодействию с клиентом. Удобные пользователю приложения для обеспечения доступа к информации, управле-

ABSTRACT:

On the basis of the approximating polynomial, we present a three-factor model for managing the sustainability of an innovative chemical project under condition of economic uncertainty. Economic uncertainty in chemical sector can be caused by intra- and external economic and political, investment, innovative, opportunistic, commercial, commodity, industrial and other factors. In the developed model, isoline levels show simultaneously a better ratio between three economic characteristics of the innovation project across the entire range of the planning matrix, and also provide the opportunity to forecast net present value and return on the project's capital.

KEYWORDS: three-factor model, innovative chemical project, project management, economic and mathematical modeling, sustainability

JEL Classification: O32, O33, C45

Received: 20.02.2018 / **Published:** 31.03.2018

© Author(s) / Publication: CREATIVE ECONOMY Publishers
For correspondence: Beilin I.L. (i.beilin@rambler.ru)

CITATION:

Beilin I.L. [2018] Trekhfaktornaya model upravleniya ustoychivostyu innovatsionnogo khimicheskogo projekta v usloviyakh ekonomicheskoy neopredelennosti [Three-factor model for managing the sustainability of an innovative chemical project under conditions of economic uncertainty]. Voprosy innovatsionnoy ekonomiki. 8. (1). – 141-154. doi: [10.18334/vinec.8.1.38859](https://doi.org/10.18334/vinec.8.1.38859)

ния финансами и покупки финансовых продуктов являются важными функциями для поставщиков финансовых услуг, таких как банки, страховые компании и брокерские дома [21, 26] (*Malach-Pines, Sheva, Dvir, Sadeh, 2009; Turner, Ledwith, Kelly, 2010*). И наоборот, главные приоритеты, стоящие перед многими компаниями-производителями в химическом секторе, ориентированы на программы цепей поставок и потребительский спрос, самообслуживание и доступ к информации.

Литературный обзор

В химическом секторе оптимизация экономической эффективности компании должна определять варианты управления бизнес-процессами с формализованной доступной информацией о способах превращения исходного сырья в конечный продукт [1] (*Beilin, 2012*). Оптимизация бизнес-процессов позволяет устранить неопределенности и установить границы проекта [22, 28] (*Vos, Achterkamp, 2006; Pons, 2008*). Она выявляет главные направления совершенствования процесса, такие как повышение качества продукта, улучшение обслуживания клиентов и/или снижение затрат и т.д. Кроме того, оптимизация может найти необходимые ресурсы, включая экспертов по конкретным вопросам, для определения существующих сильных сторон процесса, слабых сторон, возможностей и угроз [25, 27] (*Turner, Ledwith, Kelly, 2012; Smith, 2012*). Важно отличать процессы от проектов. Проект представляет собой ряд мероприятий и задач с заданной целью, датой начала и окончания, ресурсами. Проект затрачивает средства, рабочую силу и оборудование в течение указанного периода времени и определяет, что будет сделано, в какие сроки и как обеспечить получение желаемых результатов. Задачи проекта уникальны, как правило, не повторяются, и после того, как проект запланирован, исключаются изменения плана, чтобы обеспечить соответствие графику [18, 30] (*Yan, Li, Yue, Zhao, 2016; Guanghui, 2017*). В то время как бизнес-процессы стремятся к эффективности, гибкости и удовлетворению потребностей, проекты стремятся своевременно и в рамках бюджета выполнить поставленную цель [2, 3] (*Beilin, Arkhireev, Nefedova, 2006; Beilin, 2006*). Таким образом, оптимизация проекта – это краткосрочная работа, в рамках которой организация начинает выявлять неэффективность проекта, определяет, как решить эту проблему и обеспечить, чтобы улучшения достигли желаемых результатов без негативного влияния на текущие операции [29] (*Xu, Liu, Yue, 2016*).

ОБ АВТОРЕ:

Беилин Игорь Леонидович, докторант (i.beilin@rambler.ru)

ЦИТИРОВАТЬ СТАТЬЮ:

Беилин И.Л. Трехфакторная модель управления устойчивостью инновационного химического проекта в условиях экономической неопределенности // Вопросы инновационной экономики. – 2018. – Том 8. – № 1. – С. 141-154. doi: [10.18334/vinec.8.1.38859](https://doi.org/10.18334/vinec.8.1.38859)

Управление проектом в условиях инновационной экономики на основе симплекс-ной оптимизации и нечеткой логики предоставляет ряд преимуществ в экономической эффективности по сравнению с традиционными подходами [16] (Hamel, 2006). Инновационные аналитики имеют возможность суммировать нечеткие множества прибыли, издержек или рисков отдельных проектов. Это дает возможность строить в высокой степени достоверные прогнозы по целым портфелям проектов. Также симплексная оптимизация и нечеткая логика в управлении проектами позволяет свести к минимуму возможность нехватки инвестиции или, напротив, их избыточное количество, которое не даст требуемых процентов по ставке дисконтирования [15] (Cormos, 2014). При таком подходе появляется возможность не только количественной оценки величины риска, а и непрерывное регулирование его приемлемого для инвестора уровня. Кроме основных операций над нечеткими множествами в управлении инновационными проектами большое значение имеют специальные операции, такие как «концентрирование» и «растяжение». Операция концентрирования выполняется путем возведения степени принадлежности в квадрат, что графически отражается как сжатие функции по оси абсцисс и обозначается термином «очень». Операция растяжения выполняется путем нахождения квадратного корня из степени принадлежности, что графически отражается как расширение функции принадлежности по оси абсцисс и обозначается термином «более-менее» [17, 19] (Guo et al., 2014; Li, Wei, Chen, 2016). Рынок венчурного бизнеса чрезвычайно изменчив. В случае избытка удовлетворяющих требованиям инвестора проектов (по величинам NPV, IRR, сроку окупаемости и т.д.) специальные операции дают возможность отбирать проекты с «очень» высокой вероятностью соответствия их будущих показателей заявленным [20, 23] (Porter,

Рисунок 1. Пример функции принадлежности прогнозируемого высокого, по мнению инвестора, NPV (ряд 1), «более-менее» высокого NPV (ряд 2) и «очень» высокого NPV (ряд 3) инновационного проекта.

Источник: составлено автором.

2006; Li et al., 2015). Если стоящих поддержки проектов представлено в недостаточном инвестору количестве, то всегда есть возможность отбора проектов с «более-менее» высокой вероятностью соответствия их будущих показателей заявленным (рис. 1).

Наиболее вероятным, согласно рисунку 1, прогнозируется NPV в размере 40-50 млн руб. Левый интервал неопределенности составляет величину NPV от 10 до 40 млн руб., а правый интервал неопределенности составляет величину NPV от 50 до 80 млн руб. (ряд 1).

Операция растяжения (ряд 2) позволяет отобрать проекты с «более-менее» высоким значением NPV, когда левый и правый интервалы неопределенности (от 10 до 40 млн руб. и от 50 до 80 млн руб. соответственно) шире, чем у исходного проекта. Операция концентрирования (ряд 3) позволяет отобрать проекты с «очень» высоким значением NPV, когда эти же интервалы неопределенности (от 10 до 40 млн руб. и от 50 до 80 млн руб. соответственно) становятся уже, чем у исходного проекта.

Такой подход оказался очень актуален в экономике и управлении инновационными химическими проектами, которые сталкиваются со значительными сложностями при трансфере от лаборатории к производству. Это объясняется многокомпонентностью химических систем и многокритериальными условиями синтеза. Исполнительный менеджмент должен быть оснащен инструментами для принятия обоснованных решений, чтобы сделать корректировки организационного курса с высокой степенью маневренности [24] (Square, 2000). Разработанные документы, включая карты процессов, данные ввода и вывода, назначения ресурсов, календарное планирование и т.д., формально определяют сферу действия от инициирования до поставки и служат «дорожной картой процесса».

Методы и этапы исследования

С целью оптимизации степеней принадлежности экономических факторов инновационного химического проекта, составляющих лучшее значение чистой текущей стоимости и доходности капитала, была использована симплекс-решетчатая структура [7, 10] (Stepanov, 2009; Goncharov, 2009). Симплексная оптимизация для трехкомпонентных моделей с визуализацией результатов в виде карты изолиний, с поддержкой планов 2, 3, 3.5 и 4 порядков, написана на Delphi 5.0. За аппроксимирующий полином принята формула Шеффе.

Опыты проводятся для всех точек решетки 3:3, после чего определяются отклики. На рисунке 2 показаны их отметки. Число индексов у откликов и степень полинома должны быть равны [8, 11] (Zaitsev, 2011; Churilov, 2013). Степени принадлежности инновационных химических проектов лучшему инвестиционному портфелю показывает количество индексов.

В таблице представлены отклики и план на основе симплекса 3:3.

Учитывая, что симплексные решетки являются наполненными, для определения коэффициентов полинома применялась подстановка [9] (Zakharova, Kuznetsov, 2014).

Рисунок 2. Обозначение откликов в точках симплексной решетки

Источник: составлено автором.

Таблица

Отклики и план на основе симплекса 3:3

№№	Узлы решетки			Значения	№№	Узлы решетки			Значения
	x_1	x_2	x_3			x_1	x_2	x_3	
1	1	0	0	y_1	6	0	1/3	2/3	y_1
2	0	1	0	y_2	7	2/3	1/3	0	y_2
3	0	0	1	y_3	8	2/3	0	1/3	y_3
4	1/3	2/3	0	y_{122}	9	0	2/3	1/3	y_{122}
5	1/3	0	2/3	y_{133}	10	1/3	1/3	1/3	y_{133}

Источник: составлено автором.

Это значит, что координаты точек поочередно друг за другом ставились в полином с целью вывода формул для расчета.

Результаты и их обсуждение

Составим модель лучшего соотношения факторов (критериев) x_1 – цена продукта, x_2 – ставка дисконтирования, и x_3 – дисконтированный срок окупаемости проекта для чистой текущей стоимости NPV и доходности капитала инновационного химического проекта.

Чистая текущая стоимость показывает величину прибыли от реализации инновационного проекта с учетом возврата инвестору инвестиции и ставки дисконта. NPV портфеля инновационных проектов является суммой NPV каждого проекта, составляющих этот портфель. С учетом весовых коэффициентов каждого проекта в портфеле суммарное значение находится методом аддитивной свертки. Такая возможность позволяет считать чистую текущую стоимость (NPV) основным методом оценки экономической эффективности инновационного проекта из таких, как индекс рента-

бельности (PI), внутренняя норма доходности (IRR) и модифицированная внутренняя норма доходности (MIRR), дисконтированный срок окупаемости проекта (DPP).

$$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+r)^k} - \sum_{j=1}^m \frac{IC_j}{(1+i)^j},$$

где P_k – годовые доходы, n – количество лет получения доходов, r – ставка дисконтирования, IC_j – годовые инвестиции, m – количество лет инвестирования, i – прогнозируемый уровень инфляции.

Рисунок 3. Симплексная оптимизация лучшего значения NPV (млн руб.) инновационного химического проекта «Сополимер+» в условиях неопределенности цены продукта (x_1), ставки дисконтирования (x_2) и дисконтированного срока окупаемости проекта (x_3).

Источник: составлено автором.

Рисунок 4. Симплексная оптимизация лучшего значения NPV (млн руб.) инновационного химического проекта «Аналоги поликарбоната» в условиях неопределенности цены продукта (x_1), ставки дисконтирования (x_2) и дисконтированного срока окупаемости проекта (x_3).

Источник: составлено автором.

Рисунок 5. Симплексная оптимизация лучшего значения доходности капитала (%) инновационного химического проекта «Сополимер +» в условиях неопределенности цены продукта (x_1), ставки дисконтирования (x_2) и дисконтированного срока окупаемости проекта (x_3).

Источник: составлено автором.

Рисунок 6. Симплексная оптимизация лучшего значения доходности капитала (%) инновационного химического проекта «Аналоги поликарбоната» в условиях неопределенности цены продукта (x_1), ставки дисконтирования (x_2) и дисконтированного срока окупаемости проекта (x_3).

Источник: составлено автором.

При этом анализе в нечеткой среде необходимо учитывать, что увеличение цены продукта одновременно приводит к снижению объема продаж; уменьшение ставки дисконтирования – к уменьшению объемов инвестирования, а следовательно, и к уменьшению объемов производства. Увеличение дисконтированного срока окупаемости проекта влечет за собой возрастание его степени риска за счет различных факторов (внутри- и внешнеэкономических и политических, инвестиционных, инновационных, конъюнктурных, коммерческих, сырьевых, отраслевых и т.п. [4] (*Beilin, Arkhireev, 2005*)). В результате нечеткое значение NPV и доходности капитала будет смещаться влево. На прогнозируемый уровень инфляции «*i*» мы влияние оказать не можем.

Итак, строим модель соответствия степеней принадлежности цены продукта (x_1), ставки дисконтирования (x_2) и дисконтированного срока окупаемости проекта (x_3) максимальным значениям NPV на примере инновационных химических проектов «Сополимер+» [5, 13] (*Beilin, Nefedova, Arkhireev, 2006; Beilin, Arkhireev, 2009*) и «Аналоги поликарбоната» [6, 14] (*Beilin, Arkhireev, 2006; Beilin, Arkhireev, 2011*).

Доходность капитала является другим основным критерием для стратегического инвестирования в инновационные проекты [12] (*Lafuyente, 1998*). Влияние на него неопределенности цены продукта (x_1), ставки дисконтирования (x_2) и дисконтированного срока окупаемости проекта (x_3) для обоих проектов («Сополимер+» и «Аналоги поликарбоната») сказывается таким же образом, как и на чистой текущей стоимости (рис. 5, рис. 6).

Заключение

Симплексная оптимизация чистой текущей стоимости и доходности капитала на примере инновационных химических проектов позволила формализовать неопределенности цены продукта (x_1), ставки дисконтирования (x_2) и дисконтированного срока окупаемости проекта (x_3). Так, наибольшие величины NPV (29,88 млн руб.) и доходности капитала (51,68%) для проекта «Сополимер+» показали хорошее соответствие между собой и определены в области $0,25/x_1$; $0,3/x_2$; $0,45/x_3$. Представленный метод показал такое же хорошее совпадение лучших значений (NPV 30,06 млн руб.) и доходности капитала (57,63%) в условиях неопределенностей цены продукта (x_1), ставки дисконтирования (x_2) и дисконтированного срока окупаемости проекта (x_3), соотношение которых составило: $0,2/x_1$; $0,55/x_2$; $0,25/x_3$. Представленная модель выражается как нечеткие множества $\{A = \text{лучшее значение NPV}\}$ и $\{A = \text{лучшее значение доходности капитала}\}$ в случае возможности влияния на цену продукта (x_1), ставку дисконтирования (x_2) и дисконтированного срока окупаемости проекта (x_3), а также как любые другие нечеткие множества в случае независимого от инновационного предпринимателя изменения данных факторов. Таким образом, на основе симплексной оптимизации организации могут добиться устойчивого и эффективного совершенствования процессов управления. Способность одновременного мониторинга разноплановых факторов проекта обеспечивает структуру и дисциплину, необхо-

димые для выявления возможностей улучшения процесса, разработки прогрессивных решений и руководства организацией посредством стратегических изменений. Использование интегрированных технологий оптимизации в управлении позволяет инновационным проектам быть эффективными, гибкими и высоко конкурентными.

ИСТОЧНИКИ:

1. Беилин И.Л. Оценка конкурентоспособности малого инновационного предприятия по ФЗ 217 // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 21. – с. 173-174.
2. Беилин И.Л., Архиреев В.П., Нефедова М.А. Синтез и структура новых сополимеров циклических карбонатов с моноизоцианатами // Пластические массы. – 2006. – № 1. – с. 23-27.
3. Беилин И.Л. Прикладные свойства новых сополимеров циклических карбонатов с изоцианатами различного строения // Пластические массы. – 2006. – № 4. – с. 19-22.
4. Беилин И.Л., Архиреев В.П. Изучение анионной сополимеризации пропиленкарбоната с изоцианатами // Вестник Казанского технологического университета. – 2005. – № 1. – с. 369.
5. Беилин И.Л., Нефедова М.А., Архиреев В.П. Анионная сополимеризация циклических карбонатов с моноизоцианатами // Вестник Казанского технологического университета. – 2006. – № 1. – с. 163-169.
6. Беилин И.Л., Архиреев В.П., Азимов Ю.И. Новые полиамидоэфирсы на основе пропиленкарбоната // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2006. – № 1. – с. 109.
7. Гончаров В.А. Методы оптимизации. / учебное пособие. – М.: Высшее образование, 2009. – 191 с.
8. Зайцев М.Г., Варюхин С.Е. Методы оптимизации управления и принятия решений: Примеры, задачи, кейсы. – М: Дело, 2011. – 640 с.
9. Захарова Е.М., Кузнецов Н.А. Моделирование алгоритмов оптимизации мульти агентной системы управления перевозочным процессом // Вестник Международной Академии Системных Исследований. – 2014. – № 1. – с. 9-18.
10. Степанов В.Н. Практические инструменты управления рисками проекта // Финансовый директор. – 2009. – № 6. – с. 18-22.
11. Чурилов А.А. Понятие, роль и актуальность проектного управления в России // Молодой ученый. – 2013. – № 3. – с. 299-301.
12. Хил Лафуенте А.М. Финансовый анализ в условиях неопределенности. – Минск: Тэхнолoгія, 1998.
13. Beilin I.L., Arkhireev V.P. New copolymer products from cyclic carbonates and isocyanate-containing compounds // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. – 2009. – № 4. – p. 450-454.
14. Beilin I.L., Arkhireev V.P. Synthesis and structure of copoly(amide esters) based on cy-

- clic carbonates and monofunctional isocyanates // *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*. – 2011. – № 4. – p. 478-483.
15. Cormos A.M., Cormos C.C. Investigation of hydrogen and power co-generation based on direct coal chemical looping systems // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2014. – № 39(5). – p. 2067-2077.
16. Hamel G. The Why, What and How of Management Innovation // *Harvard Business Review*. – 2006. – № 84. – p. 72-83.
17. Guo Q., Cheng Y., Liu Y., Jia W., Ryu H. Coal chemical looping gasification for syngas generation using an iron-based oxygen carrier // *Industrial & Engineering Chemistry Research*. – 2014. – № 53(1). – p. 78-86.
18. Guanghui Xiong Risk management and research of large coal chemical projects // *Chemical Engineering Transactions*. – 2017. – № 59. – p. 1099-1104.
19. Li Q., Wei Y., Chen Z. Water-ccus nexus: challenges and opportunities of china's coal chemical industry // *Clean Technologies and Environmental Policy*. – 2016. – № 18(3). – p. 775-786.
20. Li Q., Wei Y., Liu G., Shi H. CO2-ewr: a cleaner solution for coal chemical industry in china // *Journal of Cleaner Production*. – 2015. – № 103. – p. 330-337.
21. Malach-Pines A., Sheva B., Dvir D., Sadeh A. Project manager-project (PM-P) fit and project success // *International Journal of Operations & Production Management*. – 2009. – № 3. – p. 268-291.
22. Pons D. Project management of new product development // *Project management journal*. – 2008. – № 2. – p. 82-97.
23. Porter L. Six Sigma Excellence. Retrieved on June 30, 2006 from Quality world.
24. Project Management Institute (2000) A Guide to the Project Management Body of Knowledge (2000 ed.). Newton Square, PA: Project Management Institute
25. Smith H. (2012). *Business Process Management: The Third Wave*. (1st ed.). Tampa: Meghan-Kiffer Press
26. Turner J.R., Ledwith A., Kelly, J.F. Project management in small to medium-sized enterprises: matching processes to the nature of the firm // *International Journal of Project Management*. – 2010. – № 8. – p. 744-755.
27. Turner R., Ledwith A., Kelly J. Project management in small to medium-sized enterprises Tailoring the practices to the size of company // *Management Decision*. – 2012. – № 5. – p. 942-957.
28. Vos J., Achterkamp M. Stakeholder identification in innovation project: Going beyond classification // *European Journal of Innovation Management*. – 2006. – № 2. – p. 161-178.
29. Xu X.G., Liu Z.X., Yue J.H. Response characteristics of collapse column in coal mining working face by geoelectric transillumination method // *Chemical Engineering Transactions*. – 2016. – № 51. – p. 1087-1092.
30. Yan Y., Li J., Yue J.H., Zhao L. Study on pca-lda for fast identifying the type of coal mine water with lif technology // *Chemical Engineering Transactions*. – 2016. – № 51. – p. 1135-1140.

REFERENCES:

- Beilin I.L. (2006). Prikladnye svoystva novykh sopolimerov tsiklicheskikh karbonatov s izotsianatami razlichnogo stroeniya [Applied properties of new copolymers of cyclic carbonates with isocyanates of various structures]. *Plasticheskiye massy* (Plastic masses). (4). 19-22. (in Russian).
- Beilin I.L. (2012). Otsenka konkurentosposobnosti malogo innovatsionnogo predpriyatiya po FZ 217 [Assessment of the competitiveness of a small innovative enterprise under the Federal Law 217]. *Bulletin of Kazan National Research Technological University*. 15 (21). 173-174. (in Russian).
- Beilin I.L., Arkhireev V.P. (2005). Izuchenie anionnoy sopolimerizatsii propilenkarbonata s izotsianatami [Study of the anionic copolymerization of propylene carbonate with isocyanates]. *Bulletin of Kazan National Research Technological University*. (1). 369. (in Russian).
- Beilin I.L., Arkhireev V.P. (2009). New copolymer products from cyclic carbonates and isocyanate-containing compounds *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*. 45 (4). 450-454.
- Beilin I.L., Arkhireev V.P. (2011). Synthesis and structure of copoly(amide esters) based on cyclic carbonates and monofunctional isocyanates *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*. 47 (4). 478-483.
- Beilin I.L., Arkhireev V.P., Azimov Yu.I. (2006). Novye poliamidofiry na osnove propilenkarbonata [New propylencarbonate-based polyamidethers]. *Chemistry and chemical technology*. 46 (1). 109. (in Russian).
- Beilin I.L., Arkhireev V.P., Nefedova M.A. (2006). Sintez i struktura novykh sopolimerov tsiklicheskikh karbonatov s monoizotsianatami [Copolymerization of cyclic carbonates with isocyanates under anionic initiation conditions and structure of the new copolymers]. *Plasticheskiye massy* (Plastic masses). (1). 23-27. (in Russian).
- Beilin I.L., Nefedova M.A., Arkhireev V.P. (2006). Anionnaya sopolimerizatsiya tsiklicheskikh karbonatov s monoizotsianitami [The copolymerisation of cyclic carbonates with monoisocyanates]. *Bulletin of Kazan National Research Technological University*. (1). 163-169. (in Russian).
- Churilov A.A. (2013). Ponyatie, rol i aktualnost proektnogo upravleniya v Rossii [Concept, role and relevance of project management in Russia]. *The young scientist*. (3). 299-301. (in Russian).
- Cormos A.M., Cormos C.C. (2014). Investigation of hydrogen and power co-generation based on direct coal chemical looping systems *International Journal of Hydrogen Energy*. (39(5)). 2067-2077.

- Goncharov V.A. (2009). *Metody optimizatsii [Optimization methods]* M.: Vysshee obrazovanie. (in Russian).
- Guanghai Xiong (2017). Risk management and research of large coal chemical projects *Chemical Engineering Transactions*. (59). 1099-1104.
- Guo Q., Cheng Y., Liu Y., Jia W., Ryu H. (2014). Coal chemical looping gasification for syngas generation using an iron-based oxygen carrier *Industrial & Engineering Chemistry Research*. (53(1)). 78-86.
- Hamel G. (2006). The Why, What and How of Management Innovation *Harvard Business Review*. (84). 72-83.
- Khil Lafuente A.M. (1998). *Finansovyy analiz v usloviyakh neopredelennosti [Financial analysis in conditions of uncertainty]* Minsk: Tekhnologiya. (in Russian).
- Li Q., Wei Y., Chen Z. (2016). Water-ccus nexus: challenges and opportunities of china's coal chemical industry *Clean Technologies and Environmental Policy*. (18(3)). 775-786.
- Li Q., Wei Y., Liu G., Shi H. (2015). CO₂-ewr: a cleaner solution for coal chemical industry in china *Journal of Cleaner Production*. (103). 330-337.
- Malach-Pines A., Sheva B., Dvir D., Sadeh A. (2009). Project manager-project (PM-P) fit and project success *International Journal of Operations & Production Management*. 29 (3). 268-291.
- Pons D. (2008). Project management of new product development *Project management journal*. 39 (2). 82-97.
- Stepanov V.N. (2009). *Prakticheskie instrumenty upravleniya riskami proekta [Practical project risk management tools]*. Chief financial officer. (6). 18-22. (in Russian).
- Turner J.R., Ledwith A., Kelly, J.F. (2010). Project management in small to medium-sized enterprises: matching processes to the nature of the firm *International Journal of Project Management*. 28 (8). 744-755.
- Turner R., Ledwith A., Kelly J. (2012). Project management in small to medium-sized enterprises Tailoring the practices to the size of company *Management Decision*. 50 (5). 942-957.
- Vos J., Achterkamp M. (2006). Stakeholder identification in innovation project: Going beyond classification *European Journal of Innovation Management*. 9 (2). 161-178.
- Xu X.G., Liu Z.X., Yue J.H. (2016). Response characteristics of collapse column in coal mining working face by geoelectric transillumination method *Chemical Engineering Transactions*. (51). 1087-1092.
- Yan Y., Li J., Yue J.H., Zhao L. (2016). Study on pca-lda for fast identifying the type of coal mine water with lif technology *Chemical Engineering Transactions*. (51). 1135-1140.

Zakharova E.M., Kuznetsov N.A. (2014). Modelirovanie algoritmov optimizatsii multi agentnoy sistemy upravleniya perevozochnym protsessom [Modeling algorithms for optimization of multi-agent control system for the transportation process]. Vestnik Mezhdunarodnoy Akademii Sistemnyh Issledovaniy. 16(1). 9-18. (in Russian).

Zaytsev M.G., Varyukhin S.E. (2011). Metody optimizatsii upravleniya i prinyatiya resheniy: Primery, zadachi, keysy [Optimization methods for management and decision-making: Examples, tasks, cases] M.: Delo. (in Russian).