

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ЛОГИКО-ВЕРОЯТНОСТНОГО И ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

И. О. Бондарева

Астраханский государственный технический университет, Россия

E-mail: i.o.bondareva@gmail.com

Представлена структурная модель риска недостижения стратегической цели грузового порта, дополненная несколькими уровнями рассмотрения. Разработана модель сценариев всех существующих значимых рисков. Основная идея - связать воедино технологию формализации рисков с использованием построенных логико-вероятностных моделей и имитационного моделирования, интерпретация результатов которого возможна с использованием ЛВ-моделей и сценариев. Предложенные модели позволяют провести комплексный анализ риска недостижения стратегической цели грузового порта на основе сценарной формализации рисков различных уровней управления, а также упростить процесс интерпретации результатов имитационного моделирования с учетом внешних факторов воздействия. Комплексное использование всех этих моделей позволяет своевременно принимать обоснованные управленческие решения.

RISK MANAGEMENT OF A TRANSPORT AND LOGISTICS COMPANY BASED ON LOGICAL-PROBABILISTIC AND SIMULATION MODELING

I. O. Bondareva

The structural model of the risk of failure to achieve the strategic goal of the cargo port is presented, supplemented by several levels of consideration. A model of scenarios of all existing significant risks has been developed. The main idea is to link together the technology of formalizing risks using the constructed logical-probabilistic models and simulation modeling, the interpretation of the results of which is possible using LP-models and scenarios. The proposed models make it possible to carry out a comprehensive analysis of the risk of failure to achieve the strategic goal of a cargo port based on the scenario formalization of risks of various management levels, as well as to simplify the process of interpreting the results of simulation modeling taking into account external factors of influence. The integrated use of all these models allows you to make informed management decisions in a timely manner.

Современные кризисные условия не обошли стороной и транспортно-логистический сектор. Именно поэтому грузовые портовые предприятия на сегодняшний день в ещё большей степени заинтересованы в эффективном управлении рисками, возникающими в процессе функционирования данных организаций. Анализ и оценка нежелательных рисков событий и ситуаций с целью их предотвращения являются с точки зрения управления ключевой задачей. Наибольший интерес представляет анализ рисков недостижения целей, поставленных организацией, в том числе основной стратегической цели [1]. Отличительной особенностью такого подхода является возможность многостороннего

анализа с фокусировкой на интересы и особенности всех вовлекаемых в данный процесс сторон.

Анализ публикаций, посвященных подобной проблематике, позволяет говорить об отсутствии исследований, посвященных разработке инструментария комплексного анализа рисков грузового порта путем интеграции логического, вероятностного и имитационного моделирования.

Основные направления управленческой деятельности грузового порта представлены на разработанном дереве целей грузового порта (рис. 1), позволяющем сформулировать взаимозависимость рисков грузового порта, рассматриваемых как недостижение целей порта [2]. Были выделены наиболее значимые цели, степень влияния которых на основную стратегическую цель «Повышение конкурентоспособности грузового порта» является наибольшей.

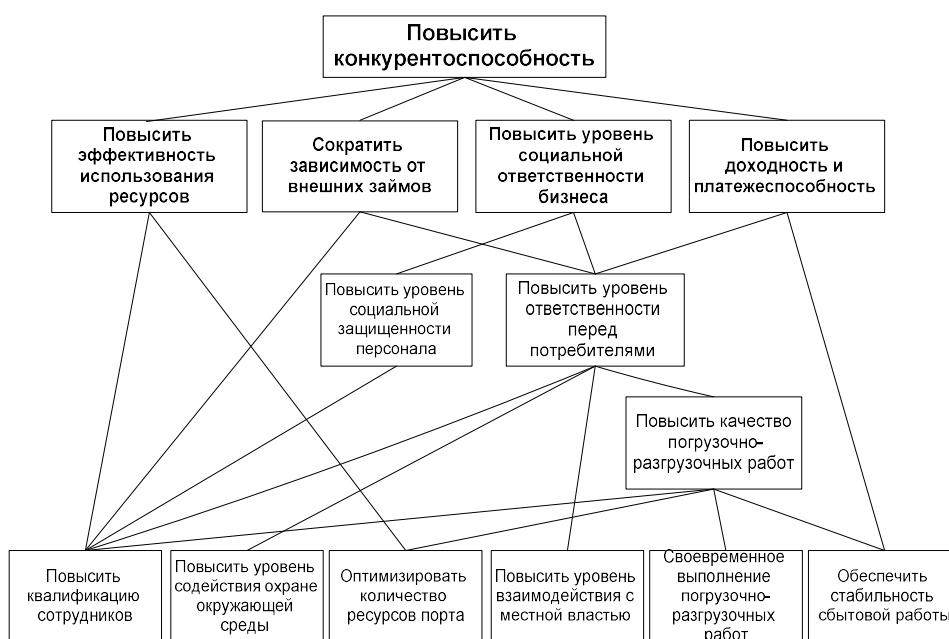


Рис. 1. Дерево целей грузового порта

Для задачи оценки и анализа риска неуспеха решения сложной проблемы «Повышение конкурентоспособности грузового порта» используется гибридная ЛВ-модель риска (рис. 2.) [3-6], объединяющая сценарии риска для субъектов и объектов, так как внешние и внутренние субъекты представляют определенный интерес в данной работе. Неуспех достижения стратегической цели SG зависит от субъектов S ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_5$) и объектов – целей G (GN_1, GN_2, \dots, GN_4), детализирующих основную цель, выбранную в качестве сложной проблемы. Таким образом, осуществляется более детализированная работа с деревом целей грузового порта для построения логико-вероятной (ЛВ) модели риска недостижения основной стратегической цели грузового порта. Субъекты определяют, кто решает поставленную проблему, а объекты – какие более мелкие цели связаны с проблемой SG . С точки зрения осуществления управленческой функции грузового порта и на основе наличия той или иной степени вовлеченности, а также заинтересованности в решении обозначенной проблемы выделим следующие

субъекты: S_1 – руководство порта, S_2 – клиенты порта, S_3 – органы местного самоуправления, S_4 – население, не являющееся клиентами порта, S_5 – сотрудники порта. События неуспеха субъектов представляются как Л-сложения событий «отсутствие желания» W_j и «отсутствие возможностей» O_j .

Объектами-целями являются компоненты $G_{ссп}$: GN_1 – сократить зависимости от внешних займов, GN_2 – повысить эффективность использования ресурсов, GN_3 – повысить уровень социальной ответственности бизнеса, GN_4 – повысить доходность и платежеспособность.

Компоненты $EF_{ссп} = \{F_1, F_2, F_3\}$ представляют внешние случайные факторы влияния. Для функционирования грузового порта это метеорологические факторы: ледостав, скорость ветра выше 15 м/с и наличие тумана соответственно.

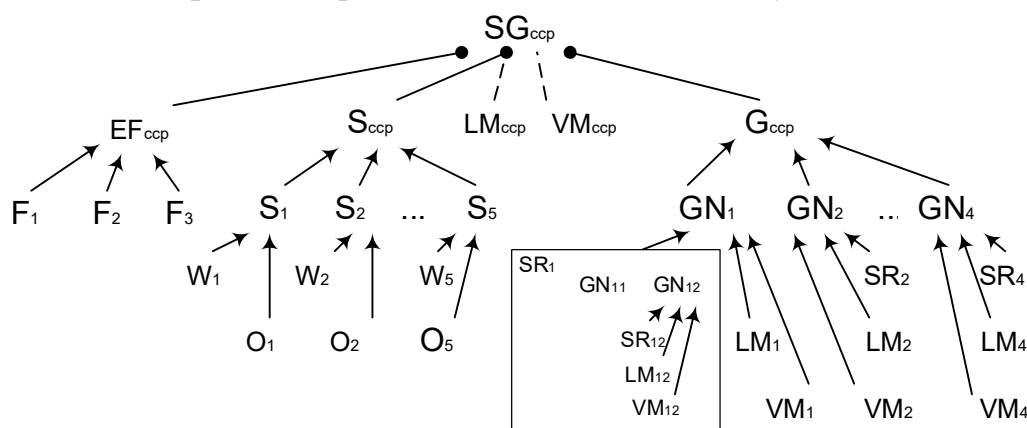


Рис. 2. Многоуровневая гибридная ЛВ-модель риска недостижения стратегической цели грузового порта (детализация сценария SR_1)

$SG_{ссп}$, $S_{ссп}$, $G_{ссп}$ и $EF_{ссп}$ представляют собой события, $S_1, S_2, \dots, S_5, GN_1, GN_2, \dots, GN_4, F_1, F_2, F_3$ – соответствующие им Л-переменные. В модели риска неуспеха решения данной сложной проблемы сценарий события неуспеха проблемы $SG_{ссп}$ формулируется следующим образом: неуспех события $SG_{ссп}$ происходит из-за неуспеха событий $S_{ссп}$ И (логическое) $G_{ссп}$ И (логическое) $EF_{ссп}$.

Увеличение риска недостижения основной стратегической цели грузового порта происходит из-за недостижения любой одной цели, ИЛИ из-за недостижения любых двух целей, ... ИЛИ из-за недостижения всех целей.

В данном случае логические функции (Л-модель) неуспеха событий принимают вид ($LM_{ссп}$):

$$SG_{ссп} = S_{ссп} \wedge G_{ссп} \wedge EF_{ссп}; \quad S_{ссп} = S_1 \vee S_2 \vee \dots \vee S_5; \quad G_{ссп} = GN_1 \vee GN_2 \vee \dots \vee GN_4; \\ EF_{ссп} = EF_1 \vee EF_2 \vee EF_3.$$

Вероятностные функции (В-модель) неуспеха событий ($VM_{ссп}$):

$$P\{SG_{ссп} = 0\} = P\{S_{ссп} = 0\} + P\{G_{ссп} = 0\}(1 - P\{S_{ссп} = 0\}) + P\{EF_{ссп} = 0\} \times \\ \times (1 - P\{S_{ссп} = 0\})(1 - P\{G_{ссп} = 0\}); \\ P\{S_{ссп} = 0\} = P\{S_1 = 0\} + P\{S_2 = 0\}(1 - P\{S_1 = 0\}) + P\{S_3 = 0\}(1 - P\{S_1 = 0\})(1 - P\{S_2 = 0\}) + \\ + P\{S_4 = 0\}(1 - P\{S_1 = 0\})(1 - P\{S_2 = 0\})(1 - P\{S_3 = 0\}) + P\{S_5 = 0\}(1 - P\{S_1 = 0\}) \times \\ \times (1 - P\{S_2 = 0\})(1 - P\{S_3 = 0\})(1 - P\{S_4 = 0\});$$

$$\begin{aligned}
P\{G_{cep} = 0\} &= P\{GN_1 = 0\} + P\{GN_2 = 0\}(1 - P\{GN_1 = 0\}) + P\{GN_3 = 0\}(1 - P\{GN_1 = 0\}) \times \\
&\times (1 - P\{GN_2 = 0\}) + P\{GN_4 = 0\}(1 - P\{GN_1 = 0\})(1 - P\{GN_2 = 0\})(1 - P\{GN_3 = 0\}); \\
P\{EF_{cep} = 0\} &= P\{EF_1 = 0\} + P\{EF_2 = 0\}(1 - P\{EF_1 = 0\}) + P\{EF_3 = 0\} \times \\
&\times (1 - P\{EF_1 = 0\})(1 - P\{EF_2 = 0\}).
\end{aligned}$$

Целям GN_1, GN_2, \dots, GN_4 соответствуют ЛВ-модели риска. Согласно концепции применения гибридных ЛВ-моделей риска для каждой i -ой цели (GN_i) необходимо последовательно построить сценарий риска (SR_i), Л-модель (LM_i) и В-модель (VM_i).

Представленные выше логическая и вероятностная модели описывают риск на самом верхнем уровне, риск недостижения стратегической цели порта, а описание и детализация субъектов и объектов-целей по сути представляет собой сценарий на верхнем уровне. Таким образом, налицо многоуровневая ЛВ-модель.

В качестве сценариев рисков недостижения целей GN_1, GN_2, \dots, GN_4 предлагается использовать элементы построенного и описанного выше дерева целей грузового порта для четкого понимания причинно-следственных связей. Таким образом, для более детальной проработки вопроса анализа рисков грузового порта используется многоуровневая структурной модель, каждый новый уровень которой повышает степень детализации.

Так, например, для цели GN_1 (сократить зависимость от внешних займов) детализирующими целями следующего уровня являются: повысить квалификацию сотрудников и повысить уровень ответственности перед потребителями. Они обозначены логическими переменными GN_{11} и GN_{12} соответственно. Исходя из этого детализирован сценарий SR_1 .

Аналогичные рассуждения применим к оставшимся целям. Для цели GN_2 детализирующими целями следующего (третьего) уровня являются: описанная ранее GN_{11} и GN_{21} – оптимизировать количество ресурсов порта. Для GN_3 – GN_{12} , представленная выше в описании цели GN_1 , и GN_{31} – повысить уровень социальной защищенности персонала. И наконец, цель GN_4 детализируют GN_{12} и GN_{41} – обеспечить стабильность сбытовой работы. Таким образом, на основе полученных сценариев можно сформулировать логические функции (Л-модели) неуспеха событий второго уровня, т.е. недостижения целей GN_1, GN_2, \dots, GN_4 (LM_1, LM_2, \dots, LM_4 соответственно):

$$GN_1 = GN_{11} \vee GN_{12}; \quad GN_2 = GN_{11} \vee GN_{21}; \quad GN_3 = GN_{12} \vee GN_{31}; \quad GN_4 = GN_{12} \vee GN_{41}.$$

Вероятностные функции (В-модели) неуспеха тех же событий (VM_1, VM_2, \dots, VM_4 соответственно):

$$\begin{aligned}
P\{GN_1 = 0\} &= P\{GN_{11} = 0\} + P\{GN_{12} = 0\}(1 - P\{GN_{11} = 0\}); \\
P\{GN_2 = 0\} &= P\{GN_{11} = 0\} + P\{GN_{21} = 0\}(1 - P\{GN_{11} = 0\}); \\
P\{GN_3 = 0\} &= P\{GN_{12} = 0\} + P\{GN_{31} = 0\}(1 - P\{GN_{12} = 0\}); \\
P\{GN_4 = 0\} &= P\{GN_{12} = 0\} + P\{GN_{41} = 0\}(1 - P\{GN_{12} = 0\}).
\end{aligned}$$

Скорректированная на основе полученных выражений вероятностная функция недостижения стратегической цели порта после упрощения и приведения подобных по $P\{GN_{12}=0\}$:

$$P\{G_{cep} = 0\} = P\{GN_{11} = 0\} - (P\{GN_{11} = 0\} - 1)[P\{GN_{12} = 0\} + (P\{GN_{12} = 0\} - 1)[P\{GN_{11} = 0\} \times \\ \times (P\{GN_{11} = 0\} - 1)[P\{GN_{21} = 0\} + P\{GN_{31} = 0\} - (P\{GN_{31} = 0\} - 1)P\{GN_{12} = 0\}] + \\ + (P\{GN_{22} = 0\} - 1)(P\{GN_{31} = 0\} - 1)(P\{GN_{41} = 0\} - (P\{GN_{41} = 0\} - 1)P\{GN_{12} = 0\})].$$

Третий уровень целеполагания представляет декомпозиция цели GN_{12} на следующие: GN_{11} , GN_{121} – повысить уровень содействия охране окружающей среды, GN_{122} – повысить уровень взаимодействия с местной властью, GN_{123} – повысить качество погрузочно-разгрузочных работ. Остальные цели третьего уровня являются замыкающими целями заключительных уровней детализации рассматриваемых отдельных ветвей дерева целей и поэтому не могут быть дополнены ни сценарием, ни ЛВ-моделью. Сценарии представлены на рис. 3.

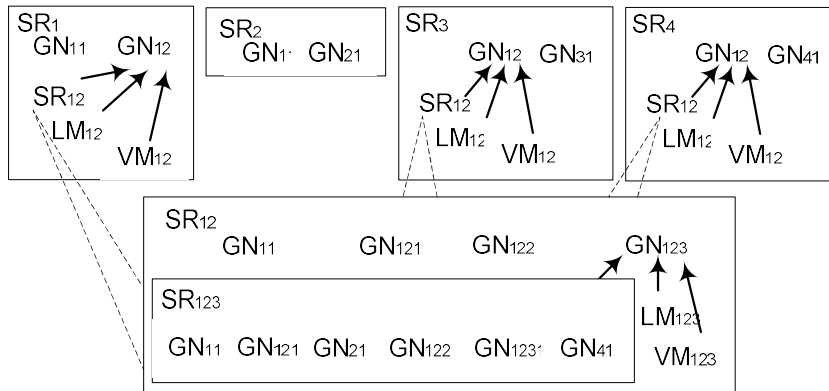


Рис. 3. Модель сценариев рисков недостижения целей, связанных со стратегической целью грузового порта

На основе сценария риска недостижения цели GN_{12} сформулирована Л-модель неуспеха данного события третьего уровня, т.е. LM_{12} :

$$GN_{12} = GN_{11} \vee GN_{121} \vee GN_{122} \vee GN_{123}.$$

VM_{12} - В-модель неуспеха события достижения цели GN_{12} :

$$P\{GN_{12} = 0\} = P\{GN_{11} = 0\} + P\{GN_{121} = 0\}(1 - P\{GN_{11} = 0\}) + P\{GN_{122} = 0\}(1 - P\{GN_{11} = 0\}) \times \\ \times (1 - P\{GN_{121} = 0\}) + P\{GN_{123} = 0\}(1 - P\{GN_{11} = 0\})(1 - P\{GN_{121} = 0\})(1 - P\{GN_{122} = 0\}).$$

Заключительный четвёртый уровень целеполагания представляет декомпозиция цели GN_{123} . Достижение данной цели зависит от следующих целей: GN_{11} , GN_{121} , GN_{21} , GN_{122} , GN_{1231} – своевременное выполнение погрузочно-разгрузочных работ и GN_{41} .

Логическая функция VM_{123} неуспеха события достижения цели GN_{123} :

$$GN_{123} = GN_{11} \vee GN_{121} \vee GN_{21} \vee GN_{122} \vee GN_{1231} \vee GN_{41}.$$

Соответствующая ей В-модель (LM_{123}):

$$P\{GN_{123} = 0\} = P\{GN_{11} = 0\} + P\{GN_{121} = 0\}(1 - P\{GN_{11} = 0\}) + P\{GN_{21} = 0\} \times \\ \times (1 - P\{GN_{11} = 0\})(1 - P\{GN_{121} = 0\}) + P\{GN_{122} = 0\}(1 - P\{GN_{11} = 0\}) \times \\ \times (1 - P\{GN_{121} = 0\})(1 - P\{GN_{21} = 0\}) + P\{GN_{1231} = 0\}(1 - P\{GN_{11} = 0\}) \times \\ \times (1 - P\{GN_{121} = 0\})(1 - P\{GN_{21} = 0\})(1 - P\{GN_{122} = 0\}) + P\{GN_{41} = 0\} \times \\ \times (1 - P\{GN_{11} = 0\})(1 - P\{GN_{121} = 0\})(1 - P\{GN_{21} = 0\})(1 - P\{GN_{122} = 0\}) \times \\ \times (1 - P\{GN_{1231} = 0\}).$$

В-модель LM_{12} после подстановки данной В-модели (LM_{123}) и упрощения выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned}
 P\{GN_{12} = 0\} &= P\{GN_{11} = 0\} - (P\{GN_{11} = 0\} - 1)(-P\{GN_{121} = 0\} + \\
 &+ (P\{GN_{121} = 0\} - 1)(P\{GN_{122} = 0\} + [(P\{GN_{11} = 0\} - 1)P\{GN_{121} = 0\} - \\
 &- P\{GN_{11} = 0\} - (P\{GN_{11} = 0\} - 1)(P\{GN_{121} = 0\} - 1)(P\{GN_{21} = 0\} - \\
 &- (P\{GN_{21} = 0\} - 1)P\{GN_{122} = 0\}) - (P\{GN_{11} = 0\} - 1)(P\{GN_{21} = 0\} - 1) \times \\
 &\times (P\{GN_{121} = 0\} - 1)(P\{GN_{122} = 0\} - 1)(P\{GN_{1231} = 0\} - (P\{GN_{1231} = 0\} - 1) \times \\
 &\times P\{GN_{41} = 0\}).
 \end{aligned}$$

Рассматривая деятельность грузового порта в стратегическом аспекте, т. е. с точки зрения выявления и мониторинга риска недостижения стратегической цели и принятию мер для его минимизации, подходит описанная выше ЛВ-модель функционирования грузового порта. Для численной оценки вероятностей недостижения более мелких целей, оказывающих непосредственное влияние на комплексную цель функционирования грузового порта наилучшим образом подходит технология имитационного моделирования [7-12], позволяющая собирать статистику полученных данных и на основе этого оценивать вероятности достижения отдельных целей [13].

Построенные ЛВ-модели риска недостижения стратегической цели грузового порта и сформулированные логические и вероятностные модели описывают взаимосвязь событий - рисков ситуаций, что является входной информацией для разработанной имитационной модели (рис. 4) и инструментарием интерпретации результатов экспериментов с имитационной моделью.

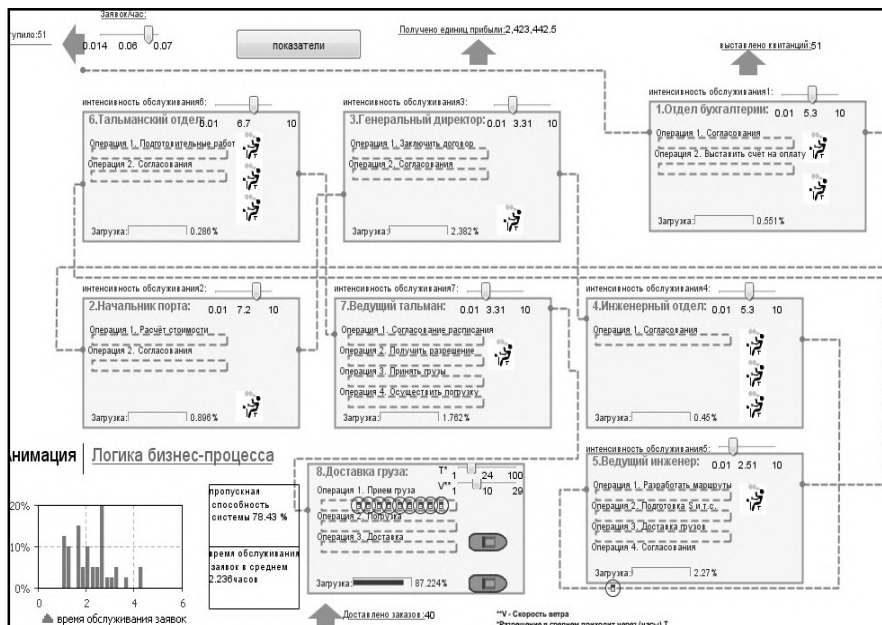


Рис. 4. Имитационная модель оценки рисков грузового порта (Анимация в динамике)

Объединение принципов логико-вероятностного и имитационного моделирования, а именно возможность осуществления экспериментов с различными

параметрами имитационной модели наряду с детальной проработкой логических и вероятностных взаимосвязей отдельных целей порта, позволяет использовать полученную оценку риска недостижения стратегической цели в качестве базиса для принятия обоснованных управленческих решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Недосекин А. О., Абдулаева З. И. Управление корпоративными рисками и шансами: Учебный курс. Санкт-Петербург, 2010. 125 с.
2. Балдин К. В. Управление рисками: учеб. пособие для студ. Вузов. М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. 511 с.
3. Соложенцев Е. Д. Сценарное логико-вероятностное управление риском в бизнесе и технике. 2-е изд. СПб. : Бизнес-пресса, 2006. 560 с.
4. Соложенцев Е. Д. Технологии управления риском в структурно-сложных системах: учебное пособие. СПб. : ГУАП. 2013. 435 с.
5. Solozhentsev E. D., Mityagin S. Logical and Probabilistic Risk Models for Assessment and Analysis of the Drug Addiction Problem in a Region // International Journal of Risk Assessment and Management. 2015. Vol. 18. №. 1. P. 1-17.
6. Соложенцев Е. Д., Алексеев В. В., Карасев В. В. Мониторинг и управление процессом кредитования банка с использованием логико-вероятностных моделей риска // Проблемы анализа риска. 2013. № 6. С. 78–87.
7. Антохина Ю. А., Баранов А. В. Имитационное моделирование как инструмент снижения риска // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2014. № 5 (89). С. 55-59.
8. Григорьев О. В., Бондарева И. О., Латыпова Э. А. Управление стратегическими рисками грузового порта с применением имитационного моделирования // Вестник АГТУ Сер. : Управление, вычислительная техника и информатика. 2013. № 1. С. 155–162.
9. Григорьев О. В., Бондарева И. О., Латыпова Э. А. Стратегическое управление грузовым портом на основе оценки рисков // Вестник АГТУ. Сер. Управление, вычислительная техника и информатика. 2015. № 1. С. 90–97.
10. Бондарева И. О., Латыпова Э. А. Имитационное моделирование как инструмент комплексной оценки стратегических рисков логистического предприятия // Инженерный вестник Дона. 2017. Т. 44. № 1 (44). С. 50–55.
11. Protalinsky O. M., Khanova A. A., Bondareva I. O. Imitating model of technological processes of cargo port // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. Т. 2. № 50. С. 134.
12. Ханова А. А., Бондарева И. О., Ганюкова Н. П., Еременко О. О. Имитационное моделирование бизнес-процессов: учеб. пособие. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2016. 280 с.
13. Яковлева Я. А., Бондарева И. О., Ханова А. А. Имитационно-аналитическая система лоцманской информационной поддержки морского порта // Сборник научных трудов по материалам IX Всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2019). Екатеринбург, 2019. С. 592-597.