

## Когнитивное моделирование управления рисками грузового порта

И.О. Бондарева<sup>1</sup> ✉

<sup>1</sup> Астраханский государственный технический университет  
ул. Татищева, д. 16, г. Астрахань 414056, Российская Федерация

✉ e-mail: i.o.bondareva@mail.ru

### Резюме

**Цель исследования.** Повышение эффективности бизнес-процессов грузового порта на основе использования технологии управления рисками, базирующейся на применении когнитивного моделирования.

**Методы.** Предложено когнитивное моделирование управления рисками грузового порта, основанное на комплексном поэтапном применении концепции многоуровневого целеполагания, предполагающей доскональную проработку целей грузового порта, а также показателей оценки достижимости целей путем разработки сбалансированной системы показателей (ССП) и построения логико-вероятностной (ЛВ) модели; логико-онтологической модели, разработанной на базе связей, установленных ЛВ-моделью; имитационной модели, используемой для проверки рекомендаций по корректировке элементов рассматриваемой системы, выработанных на основе запросов к онтологической модели, с целью выбора наиболее приемлемых вариантов рекомендаций или комбинаций таковых и формирования на их основе управленческих решений.

**Результаты.** На основе сформулированной цели исследования и поставленных задач была разработана концепция когнитивного моделирования, предполагающая использование знаний о связях между рисками, целями, показателями оценки деятельности порта, а также уточняющими коэффициентами и характере их влияния друг на друга с целью выработки рекомендаций по управлению рисками грузового порта на основе запросов к онтологической модели. Имитационная модель в рамках предлагаемого концептуального подхода позволяет вырабатывать управленческие решения по корректировке операционных составляющих системы с целью недопущения рискованных ситуаций в долгосрочной перспективе (на тактическом и стратегическом уровнях) с учетом влияния внешних факторов. Когнитивное моделирование основывается в данной работе на интеграции логико-вероятностном, логико-онтологическом и имитационном моделировании.

**Заключение.** В результате реализации поставленных цели и задач предложена когнитивная модель управления рисками грузового порта. Данная модель объединяет в себе различные виды моделирования и учитывает различные уровни управления. В качестве управленческих решений в результате экспериментов с имитационной моделью выбираются наиболее результативные рекомендации, сгенерированные на основании запроса к онтологической модели.

**Ключевые слова:** когнитивное моделирование; логико-онтологическое моделирование; управление рисками; логико-вероятностное моделирование; поддержка принятия решений; онтология; имитационное моделирование.

**Конфликт интересов:** Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Для цитирования:** Бондарева И.О. Когнитивное моделирование управления рисками грузового порта // Известия Юго-Западного государственного университета. 2023; 27(4): 146-163. <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2023-27-4-146-163>.

Поступила в редакцию 15.11.2023

Подписана в печать 02.12.2023

Опубликована 21.12.2023

## Cognitive Modeling of Cargo Port Risk Management

Irina O. Bondareva <sup>1</sup> ✉

1 Astrakhan State Technical University  
16, Tatishchev str., Astrakhan 414056, Russian Federation

✉ e-mail: i.o.bondareva@mail.ru

### Abstract

**Purpose of research.** Increasing the efficiency of cargo port business processes through the use of risk management technology based on the application of a cognitive modeling.

**Methods.** A cognitive modeling of cargo port risk management is proposed, based on a comprehensive step-by-step application of the concept of multi-level goal setting, which involves a thorough elaboration of the cargo port's goals, as well as indicators for assessing the achievability of goals by developing a balanced scorecard (BSS) and constructing a logical-probabilistic (LP) model; a logical-ontological model developed on the basis of the connections established by the LP model; a simulation model used to check recommendations for adjusting the elements of the system under consideration, developed on the basis of queries to the ontological model, in order to select the most acceptable options for recommendations or combinations thereof and formulate management decisions based on them.

**Results.** Based on the formulated purpose of the study and the assigned tasks, a concept of cognitive modeling was developed, which involves the use of knowledge about the connections between risks, goals, indicators for assessing port activities, as well as clarifying coefficients and the nature of their influence on each other in order to develop recommendations for managing the risks of a cargo port at based on queries to the ontological model. The simulation model within the framework of the proposed conceptual approach allows us to develop management decisions on adjusting the operational components of the system in order to prevent risk situations in the long term (at the tactical and strategic levels) taking into account the influence of external factors. Cognitive modeling is based in this work on the integration of logical-probabilistic, logical-ontological and simulation modeling.

**Conclusion.** As a result of the implementation of the set goals and objectives, a cognitive model of cargo port risk management was proposed. This model combines various types of modeling and takes into account different levels of management. As a result of experiments with a simulation model, the most effective recommendations generated based on a query to the ontological model are selected as management decisions.

**Keyword:** cognitive modeling; logical-ontological modeling; risk management; logical-probabilistic modeling; decision support; ontology; simulation modeling.

**Conflict of interest.** The author declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**For citation:** Bondareva I. O. Cognitive Modeling of Cargo Port Risk Management. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Southwest State University*. 2023; 27(4): 146-163 (In Russ.). <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2023-27-4-146-163>.

Received 15.11.2023

Accepted 02.12.2023

Published 21.12.2023

## Введение

Условия развития современной рыночной конъюнктуры диктуют предприятиям наиболее динамично развивающихся отраслей, к которым бесспорно можно отнести и предприятия транспортной логистики, необходимость следования современным тенденциям управления организационными системами. Разработка и постоянное поэтапное использование методов и концепций управления различными бизнес-процессами является залогом стабильного развития компаний на рынке, а также укрепления конкурентных позиций. Наряду с этим современные организационные системы видят в качестве перспективного направления развития возможность предвосхищения и предвидения вероятных к наступлению нежелательных событий, которые могут нести негативный характер воздействия на деятельность организации и приводить к деструктивным последствиям [1, 2]. В связи с этим большое количество организационных систем, включая грузовые порты, на сегодняшний день озадачены разработкой действующего механизма управления рисками [3, 4], причем наличие в нем когнитивной составляющей является одним из ключевых элементов в силу развития современных интеллектуальных технологий управления знаниями и данными. **Цель работы** – повышение эффективности бизнес-процессов груз-

зового порта на основе использования технологии управления рисками, базирующейся на применении когнитивного моделирования.

## Материалы и методы

Когнитивное моделирование управления рисками грузового порта основывается на идее использования концепции многоуровневого целеполагания и представляет собой последовательную структуру применения следующих методов и построения на их основе структурных и логических связей. В первую очередь на основе общеизвестного метода управления организационными системами Сбалансированная система показателей были определены 5 перспектив (финансы, клиенты, логистические процессы, а также внешняя и внутренняя социальная ответственность), в рамках которых сформулированы все цели грузового порта [5]. Определено, что недостижение целей представляет собой для порта рисковую ситуацию на стратегическом уровне управления, т.е. недостижение какой-либо цели порта – это риск для порта, связанный с этой конкретной целью. Так как структура целей согласно концепции ССП носит древовидное иерархическое строение, то можно сделать вывод о том, что недостижение любой из целей более низкого уровня обязательно негативно сказывается на генеральной цели порта. Согласно дан-

ному умозаключению и выстроена структура рисков грузового порта, основывающаяся на взаимозависимости всех структурных элементов. Далее причинно-следственные связи были дополнены показателями оценки достижимости целей, недостижение которыми нормативных значений рассматривается как риски тактического уровня управления. Риски операционного уровня сложились путем детализации части показателей оценки по ряду индикаторов детализации: видам грузов, видам оказываемых услуг и структурным подразделениям, что дало ещё большую возможность углубиться в причинно-следственную связь между рисками и элементами, их характеризующими и определяющими.

На основе структуры ССП были построены логическая и вероятностная модели, симбиоз которых представляет гибридную ЛВ-модель, объединяющую сценарии риска для объектов-целей и связанных с ними показателями оценки на различных уровнях управления. Данная модель позволяет сформулировать взаимосвязи между структурными элементами управления – рисками, целями, показателями и детализированными показателями [6, 7, 8].

ЛВ-модель с детально проработанными взаимосвязями и причинно-следственными явлениями стала основой для разработки онтологической модели управления рисками грузового порта [9].

Онтология  $O_{CPRM}$  управления рисками грузового порта была представлена в следующем виде [10]:

$$O_{CPRM} = \{OD^C, OD^O, OD^D, OD^A\},$$

где все элементы  $OD$  представляет утверждения, соответствующие уровню схемы онтологии  $O_{CPRM}$ , так связанные с ними множества представляют следующие утверждения:  $OD^C$  – утверждения, соответствующие сформулированным концептам (классам) онтологической модели;  $OD^O$  – утверждения, описывающие объектные свойства концептов онтологической модели, используемые для обозначения связей между концептами;  $OD^D$  – утверждения, характеризующие свойства данных и, наконец,  $OD^A$  – множество аксиом, определяющих и формулирующих основные ограничения для всех имеющихся элементов множеств  $OD^C, OD^O, OD^D$  [11].

Множество  $OD^C$  содержит три основных родительских класса концептов онтологической модели (рис.1):

$$OD^C = \{OD^C_G, OD^C_I, OD^C_R\},$$

где  $OD^C_G$  представляет класс концептов «Цели» и содержит сведения о Целях, сформулированных для порта;  $OD^C_I$  – класс «Показатели», содержит информацию о Показателях достижимости обозначенных целей;  $OD^C_R$  – класс «Риски», содержит сведения о Рисках, связанных целями и обозначенными показателями.

Множество  $OD^C_G$ , представляющее класс концептов «Цели», описывается следующей совокупностью:

$$OD^C_G = \{GN, OD^C_{DG}, OD^C_{LGS}\},$$

включает экземпляр  $GN$ , соответствующий главной цели грузового порта (повышение конкурентоспособности), и два дочерних класса:  $OD_{DG}^C$  – «Подцели», содержащий сведения о детализированных (уточняющих) Целях, а также  $OD_{LGS}^C$  – «Уровень целеполагания», содержащий сведения об уровнях целеполагания, к которым относятся каждая из детализированных целей. Таких уровней согласно ССП и ЛВ-модели было выделено четыре:

$$OD_{LGS}^C = \{OD_{1LGS}^C, OD_{2LGS}^C, OD_{3LGS}^C, OD_{4LGS}^C\},$$

$OD_{1LGS}^C$ ,  $OD_{2LGS}^C$ ,  $OD_{3LGS}^C$  и  $OD_{4LGS}^C$  включают уточняющие Цели соответствующего уровня целеполагания (с 1 по 4).

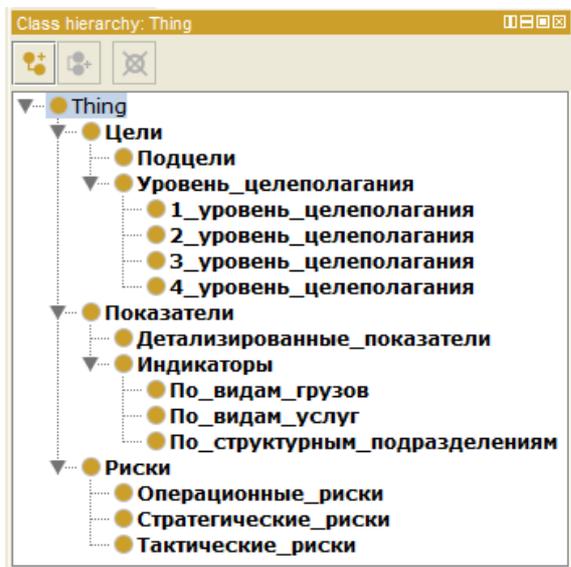


Рис. 1. Иерархическая структура классов онтологической модели

Fig. 1. Hierarchical structure of ontological model classes

Рис. 2 демонстрирует все экземпляры класса [12] «Цели», соответствующие целям порта, обозначенным в ССП и ЛВ-модели.

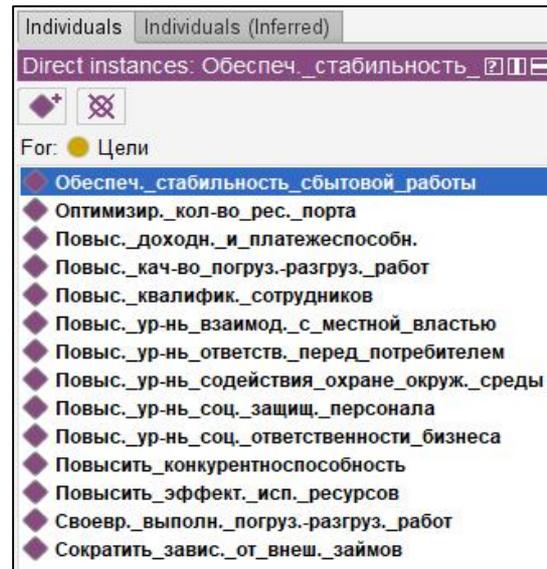


Рис. 2. Экземпляры класса «Цели»

Fig. 2. Instances of the class “Goals”

Необходимость представления целей в виде многоуровневой структуры (дерева целей) согласно специфике ССП в онтологической модели были созданы следующие связи, являющиеся по сути взаимобратными:  $OD_{DbG}^O$  – «подразделяется\_на\_цель», позволяющая подразделить цель на уточняющие её подцели, и  $OD_{CG}^O$  – «объединяется\_в\_цель», позволяющая объединить подцели в крупную цель высостоящего уровня. Наличие данных целей позволило осуществить построение дерева целей грузового порта с использованием редактора онтологий Protégé (рис. 3).

Условные обозначение экземпляров класса  $OD_G^C$  соответствуют обозначениям целей, принятым в построенной ЛВ-модели:  $GN_1$  – сократить зависимости от внешних займов;  $GN_2$  – повысить эффективность использования ресурсов;  $GN_3$  – повысить уровень социальной ответственности бизнеса;  $GN_4$  – по-

высить доходность и платежеспособность. Множество элементов класса  $OD^C_{ILGS}$ :

$$OD^C_{ILGS} = \{GN_1, GN_2, GN_3, GN_4\}.$$

Цель  $GN_1$  детализируется на цели второго уровня целеполагания:  $GN_{11}$  – повысить квалификацию сотрудников и  $GN_{12}$  – повысить уровень ответственно-

сти перед потребителями. Цель  $GN_2$  на:  $GN_{21}$  и  $GN_{22}$  – оптимизировать количество ресурсов порта.  $GN_3$  –  $GN_{31}$  и  $GN_{32}$  – повысить уровень социальной защищенности персонала. Цель  $GN_4$  детализируют  $GN_{41}$  и  $GN_{42}$  – обеспечить стабильность сбытовой работы.

$$OD^C_{2LGS} = \{GN_{11}, GN_{12}, GN_{21}, GN_{22}, GN_{31}, GN_{32}, GN_{41}, GN_{42}\}.$$

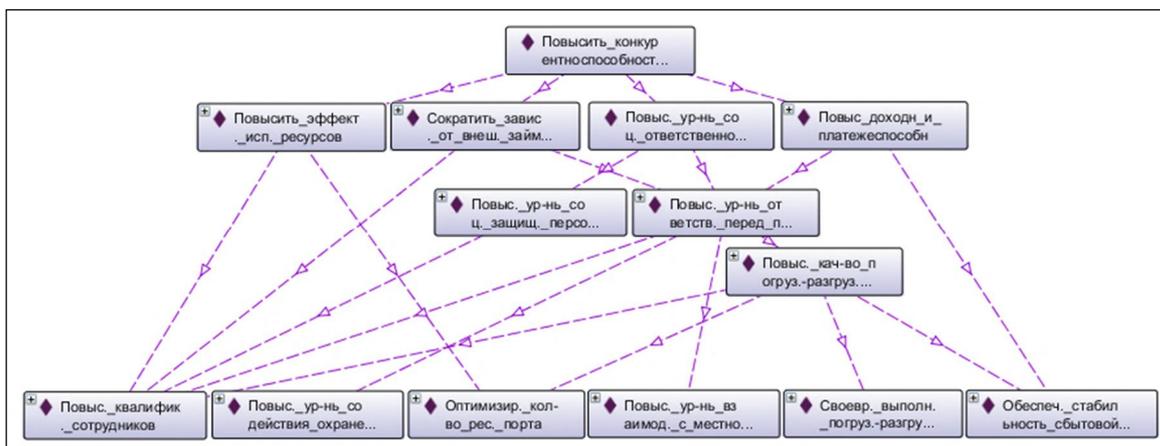


Рис. 3. Дерево целей грузового порта

Fig. 3. Tree of cargo port objectives

Третий уровень целеполагания представлен декомпозицией цели  $GN_{12}$  на следующие цели:  $GN_{11}$ ,  $GN_{121}$  – повысить уровень содействия охране окружающей среды;  $GN_{122}$  – повысить уровень взаимодействия с местной властью;  $GN_{123}$  – повысить качество погрузочно-разгрузочных работ.

$$OD^C_{3LGS} = \{GN_{11}, GN_{121}, GN_{122}, GN_{123}\}.$$

На четвёртом уровне целеполагания представлены цели, декомпозирующие  $GN_{123}$ :  $GN_{11}$ ,  $GN_{121}$ ,  $GN_{21}$ ,  $GN_{122}$ ,  $GN_{1231}$  – своевременное выполнение погрузочно-разгрузочных работ и  $GN_{41}$ :

$$OD^C_{4LGS} = \{GN_{11}, GN_{121}, GN_{21}, GN_{122}, GN_{1231}\}.$$

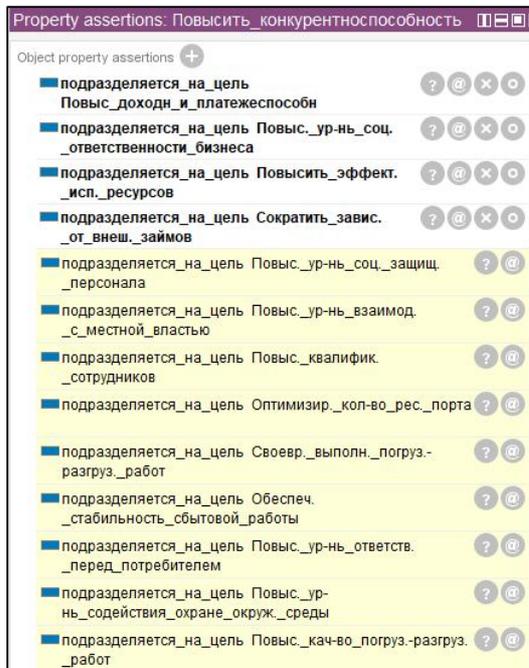
Разработанная структура связей и определение характера этих связей были проверены на предмет правильности

построения данных связей с помощью встроенного в Protégé инструмента логического вывода Reasoner [13, 14]. Полученные с его помощью выводы позволили судить о корректности ввода данных, в том числе для взаимосвязи стратегической цели со всеми детализирующими (рис. 4). Записи на желтом (бежевом) фоне представляют непосредственно логические выводы, полученные на основе определения структуры связей между индивидами, записи на белом фоне – знания, заложенные в редактор вручную.

Аналогичным образом был задан и описан родительский класс «Показатели», представляющий множество следующих параметров:

$$OD^C_I = \{OD^C_{DI}, OD^C_{IDI}\},$$

где  $OD^C_{DI}$  представляет подкласс «Детализированные показатели», а  $OD^C_{IDI}$  – подкласс «Индикаторы», на основе которых осуществляется детализация показателей.



**Рис. 4.** Логические выводы инструмента Reasoner (взаимосвязь главной цели порта со всеми детализирующими)

**Fig. 4.** Logical conclusions of the Reasoner tool (relationship of the main goal of the port with all the detail ones)

Подкласс «Индикаторы»  $OD^C_{IDI}$  содержит ещё 3 подкласса:

$$OD^C_{IDI} = \{OD^C_{ICT}, OD^C_{ITS}, OD^C_{ISS}\},$$

характеризующих детализацию показателя по:  $OD^C_{ICT}$  – видам грузов;  $OD^C_{ITS}$  – видам предоставляемых услуг;  $OD^C_{ISS}$  – структурным подразделениям грузового порта.

Индикаторы оценки связаны с показателями связью  $DO^O_{DI}$  – «детализирует\_показатель», и подразумевает, что показатель, связью  $DO^O_{DI}$  – «детализи-

руется\_индикатором» (обратная связь  $DO^O_{DI}$ ) детализируется на все имеющиеся индикаторы.

Помимо основных объектных свойств в онтологии присутствуют три составные связи:  $OD^O_{HI}$  «имеет\_индикатор»,  $OD^O_{DoI}$  «зависима\_от\_показателя» и  $OD^O_{DoDI}$  «зависима\_от\_индикатора», рассматриваемые также в качестве объектных свойств, но носящих составной характер. Создание данных связей позволило отразить «межуровневую» зависимость между целями, оценивающими их показателями и индикаторами детализации показателей.

Связь  $OD^O_{HI}$  «имеет\_индикатор» состоит из цепочки связей  $OD^O_{SbI}$  «оценивается\_показателем» и  $OD^O_{DI}$  «детализируется\_на\_индикатор», объединенными между собой оператором «о», с помощью которого задаются цепочки свойств, в owl-терминологии:

$$OD^O_{HI} = \langle OD^O_{SbI} \text{ o } OD^O_{DI} \rangle.$$

Связь  $OD^O_{DoI}$  «зависима\_от\_показателя» обозначает, что, если цель подразделяется на цель, которая напрямую оценивается показателем, то эта цель будет зависима от показателя (оценивающего цель на нижнем уровне) и состоит из цепочки связей  $OD^O_{DbG}$  «подразделяется\_на\_цель» и  $OD^O_{SbI}$  «оценивается\_показателем», в owl-терминологии:

$$OD^O_{DoI} = \langle OD^O_{DbG} \text{ o } OD^O_{SbI} \rangle.$$

Связь  $OD^O_{DoDI}$  «зависима\_от\_индикатора» обозначает, что, если цель подразделяется на цель, которая напрямую оценивается показателем, который в свою очередь детализируется индикатором»

тором, то эта цель будет зависима от индикатора (детализирующего показатель на нижнем уровне) и состоит из цепочки связей  $OD^O_{DbG}$  «подразделяется\_на\_цель»,  $OD^O_{Sbl}$  «оценивается\_показателем» и  $OD^O_{Dtl}$  «детализируется\_на\_индикатор», в терминологии owl:

$$OD^O_{DoDI} = \langle OD^O_{DbG} \circ OD^O_{Sbl} \circ OD^O_{Dtl} \rangle.$$

Класс «Риски»  $OD^C_R$  по аналогии с основными классами «Цели» и «Показатели» включает в себя дочерние классы  $\{OD^C_{SR}, OD^C_{TR}, OD^C_{OR}\}$ , где  $OD^C_{SR}$  – стратегические риски, представляющие недостижение поставленной цели;  $OD^C_{TR}$  – тактические риски – недостижение показателем заданного нормативного значения;  $OD^C_{OR}$  – операционные риски – недостижение детализированным показателем заданного нормативного значения.

Все вышеперечисленные объектные свойства онтологической модели описаны следующей совокупностью (рис. 5):

$$OD^O = \{ OD^O_{DbG}, OD^O_{CtG}, OD^O_{EG}, OD^O_{Sbl}, OD^O_{DI}, OD^O_{Dtl}, OD^O_F, OD^O_{HI}, OD^O_{DoI}, OD^O_{DoDI} \}.$$

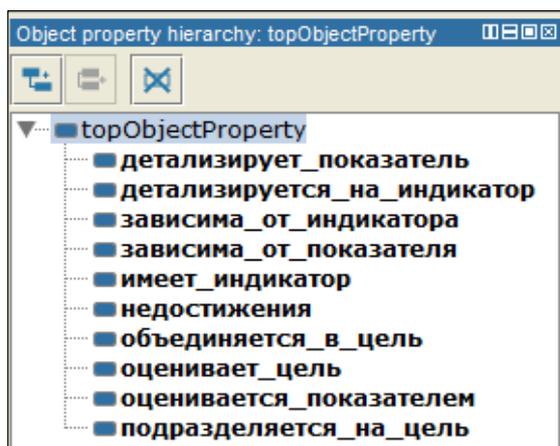


Рис. 5. Объектные свойства онтологической модели

Fig. 5. Object properties of the ontological model

Помимо объектных свойств в разработанной онтологической модели определены и заданы элементы Data properties, они необходимы для описания свойств данных  $OD^D$  экземпляров класса «Показатели».

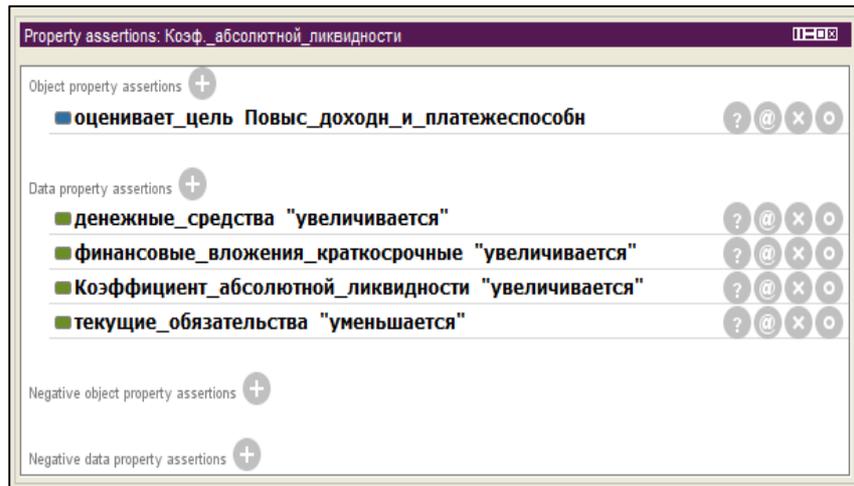
Основными составляющими данного множества являются следующие вложенные свойства-данные:

$$OD^D = \{ OD^D_{FI} \}, OD^D_{FI} = \{ OD^D_I \},$$

$$OD^D_I = \{ OD^D_{SI} \},$$

где  $OD^D_{FI}$  – представляет свойство данных «Формула показателя» и включает составные вспомогательные показатели  $OD^D_{SI}$ , входящие в формулу расчета показателя, посредством соответствия свойства данных «Показатель»  $OD^D_I$  одноименному классу  $OD^C_I$ .

В качестве примера рассмотрим свойство данных «общее количество осуществленных работ». Оно распространяется на элементы класса «Показатели», используется для расчета показателя, соответствующего по наименованию свойству данных «Процент погрузочных работ, выполненных в срок», а также имеет стандартный тип свойства данных  $OD^D$  – «Строка» и принимает одно из значений «увеличивается», «уменьшается», либо «без изменения». Описание всех имеющихся свойств, включая объектные и свойства данных, связанных с конкретным экземпляром «Коэффициент абсолютной ликвидности» класса «Показатели» в качестве примера приведено на рис. 6.



**Рис. 6.** Описание свойств, связанных с экземпляром «Коеффициент абсолютной ликвидности» класса «Показатели»

**Fig. 6.** Description of properties associated with the “Absolute liquidity ratio” instance of the “Indicators” class

Онтологическая модель управления рисками порта  $OCPRM$  включает в себя ограничения  $OD^A$ , определяющие связи между классами и их экземплярами. Всего было определено 10 таких ограничений. В качестве примера приведены только некоторые из них:

1. Одну цель (подцель) может оценивать несколько показателей (отношение «один ко многим»):

$$OD_G^C \xrightarrow{OD_{Sbl}^O} \infty OD_1^C.$$

2. Один показатель может оценивать несколько целей:

$$OD_1^C \xrightarrow{OD_{EG}^O} \infty OD_G^C.$$

3. Одна цель может быть подразделена на несколько уточняющих (детализированных целей). Или цель может быть соотнесена с другой целью (включая подцель) отношением «один ко многим» для объектного свойства  $OD_{DbG}^O$ :

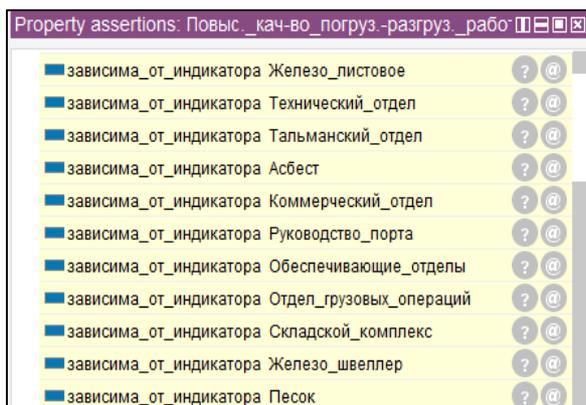
$$OD_G^C \xrightarrow{OD_{DbG}^O} \infty OD_{DG}^C.$$

## Результаты и их обсуждение

Представленная и описанная онтологическая модель управления рисками грузового порта включает все причинно-следственные связи между элементами, определенные концепцией многоуровневого целеполагания, базирующейся на методах ССП и ЛВ-моделирования. Онтологическая модель была реализована в редакторе онтологий Protégé, использующем язык онтологического моделирования OWL (англ. Web Ontology Language) [15, 16]. Инструментарий данного программного комплекса позволяет на основе выстроенных связей между всеми составными элементами онтологии осуществлять выборку различных параметров по определенным условиям.

Рассмотрим пример, соответствующий цепочке: цель «Повысить качество погрузочно-разгрузочных работ» подразделяется на цели «Повысить ква-

лификацию сотрудников», «Оптимизировать количество ресурсов порта», «Своевременное выполнение погрузочно-разгрузочных работ» и «Обеспечить стабильность сбытовой работы», которые оцениваются показателями «Процент сотрудников, квалификация которых соответствует занимаемой должности», «Затраты на обучение», «Процент погрузочных работ, выполненных в срок» (рассмотрим только те показатели, которые имеют детализацию), данные показатели детализируются по структурным подразделениям и по видам грузов. Согласно установленной цепочке свойств, цель «Повысить эффективность использования ресурсов» будет зависима от индикаторов по видам грузов: «Железо листовое», «Асбест», «Железо швеллер», «Песок», а также по структурным подразделениям: «Тальманский отдел», «Коммерческий отдел», «Руководство порта» и т.д. (рис.7).



**Рис. 7.** Результат логического вывода цепочки «зависима\_от\_индикатора» от Reasoner

**Fig. 7.** Inference result of the "depends\_on\_indicator" chain from Reasoner

Помимо того, что инструмент Reasoner [17] выдаёт результаты на основе логических преобразований, он также даёт объяснение (или несколько, в зависимости от степени проработанности логических высказываний) каждому из них, так, например, логический вывод о том, что цель «Повысить конкурентоспособность» зависима от индикатора «Тальманский отдел», объясняется 36-ю различными способами (рис. 8).

Например, необходимо узнать, какие цели зависят от показателя «Коэффициент абсолютной ликвидности» и «Коэффициент интенсивного использования оборудования» (вместе) и что можно сделать, с показателями расчёта коэффициентов. Понятно, что, изменив один из этих показателей, мы повлияем на большинство связанных с ними целей, но представим ситуацию, в которой нам хотелось бы узнать, на какие цели повлияют эти показатели именно при совместном изменении.

Для этого в DL Query необходимо осуществить выборку по нескольким показателям. Результат показывает, что *совместное* изменение этих двух коэффициентов повлияет на такие цели, как «Повысить доходность и платежеспособность» и «Повысить конкурентоспособность» (рис. 9).

Далее с помощью инструмента SPARQL Query делаем запрос о значениях показателей (рис. 10).

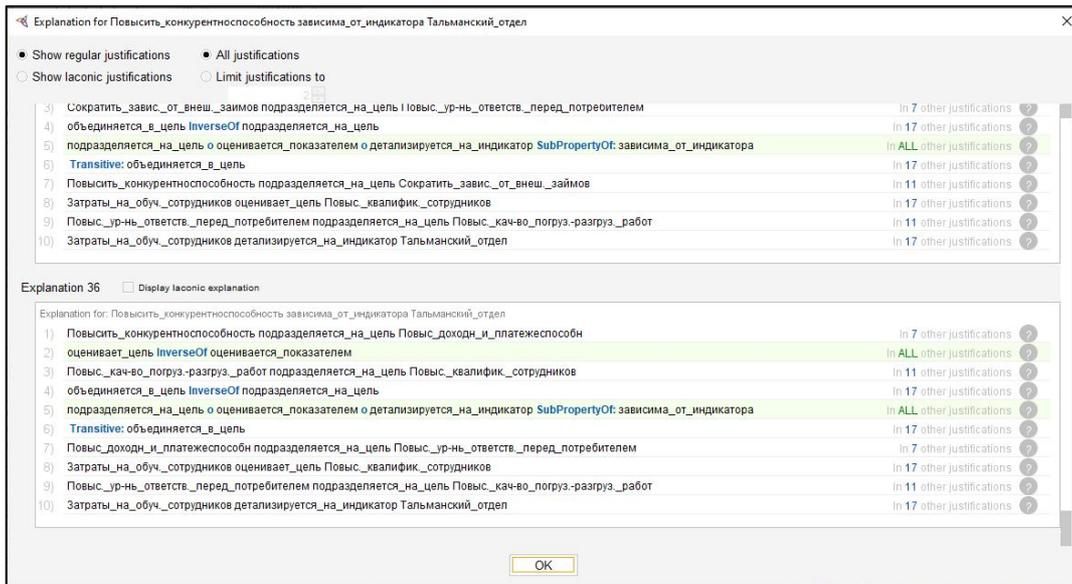


Рис. 8. Объяснение инструмента Reasoner получившегося результата

Fig. 8. Reasoner tool's explanation of the resulting result

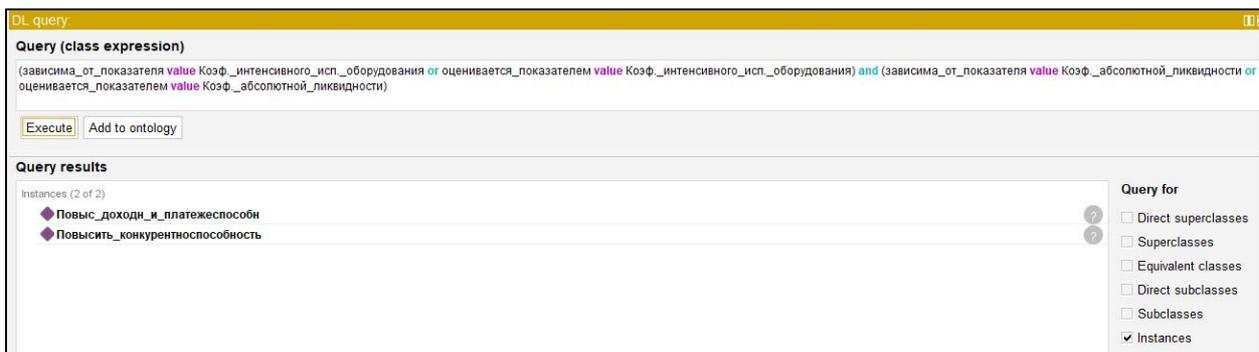


Рис. 9. Результат работы выборки

Fig. 9. Result of sampling

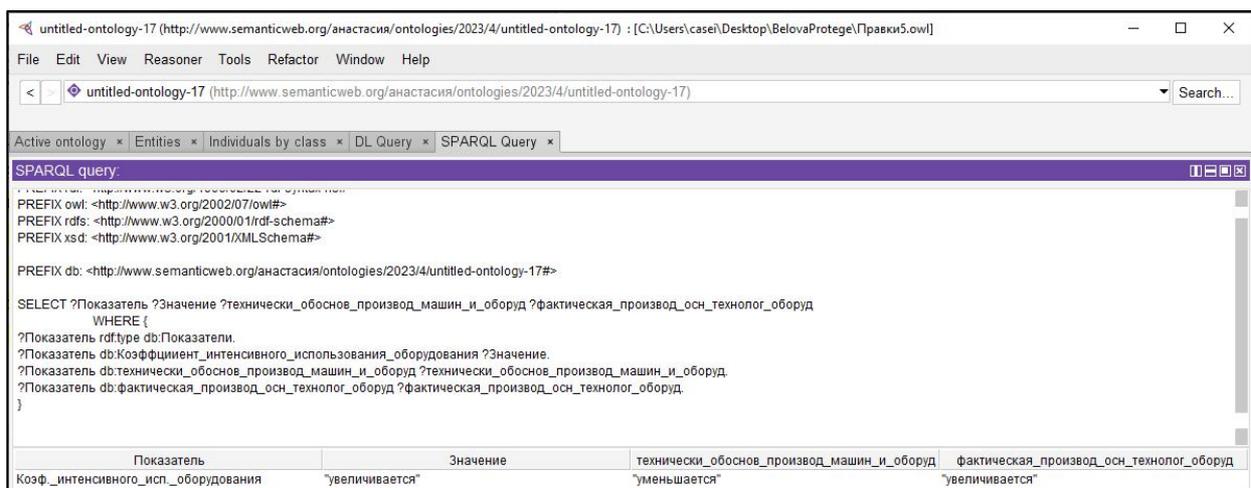


Рис. 10. Результат запроса в SPARQL Query

Fig. 10. Query result in SPARQL Query

В результате получаем, что чтобы «Коэффициент интенсивного использования оборудования» увеличился, нужно уменьшить параметр «технически обоснованная производительность машин и оборудования» и увеличить «фактиче-

скую производительность основного технологического оборудования». Аналогично формируется запрос о показателе «Коэффициент абсолютной ликвидности». Результат отработки запроса представлен на рис. 11.

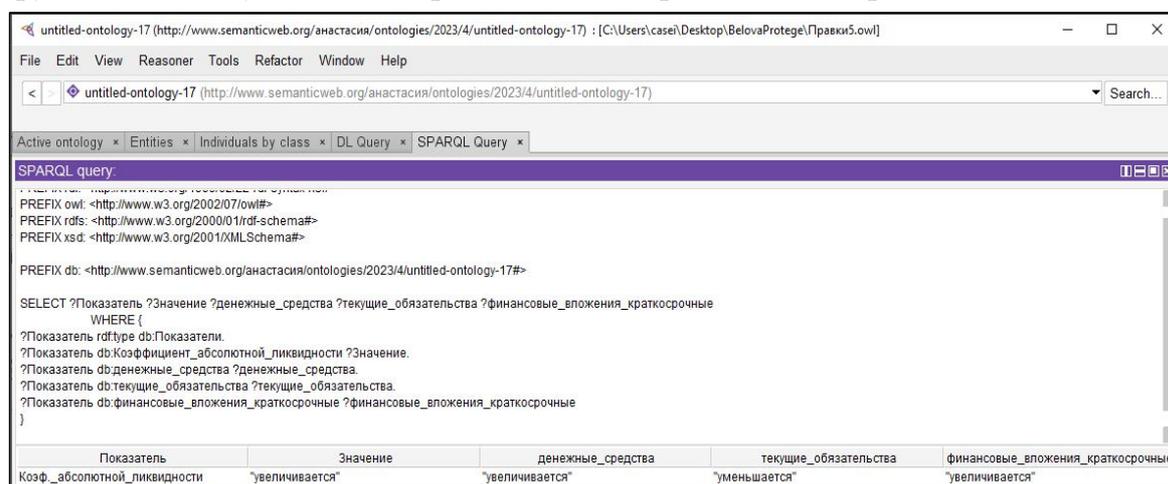


Рис. 11. Результат запроса в SPARQL Query

Fig. 11. Query result in SPARQL Query

Из запроса видно, что чтобы «Коэффициент абсолютной ликвидности» увеличился, нужно увеличить вложения «денежных средств», а также «финансовых краткосрочных вложений» и погасить «текущие обязанности».

Соответственно, исходя из рассмотренной ситуации, по результатам запросов можно сделать вывод о том, что, увеличив, например, фактическую производительность основного технологического оборудования порта и уменьшив текущие обязанности, можно повысить доходность и платежеспособность порта, тем самым повлияв на главную стратегическую цель компании – повышение конкурентоспособности.

С целью систематизации полученной структуры взаимодействия различ-

ных методов, используемых в данном исследовании, дополняющих и раскрывающих друг друга, и составляющих представленную в работе концепцию когнитивного моделирования управления рисками грузового порта, была построена схема, демонстрирующая этапность и характер применения используемых методов (рис. 12).

На основе рекомендаций, выработанных онтологической моделью, могут базироваться эксперименты с имитационной моделью, результаты которых используются с целью корректировки операционных характеристик для повышения эффективности управления на тактическом и стратегическом уровнях (рис.12) [18].

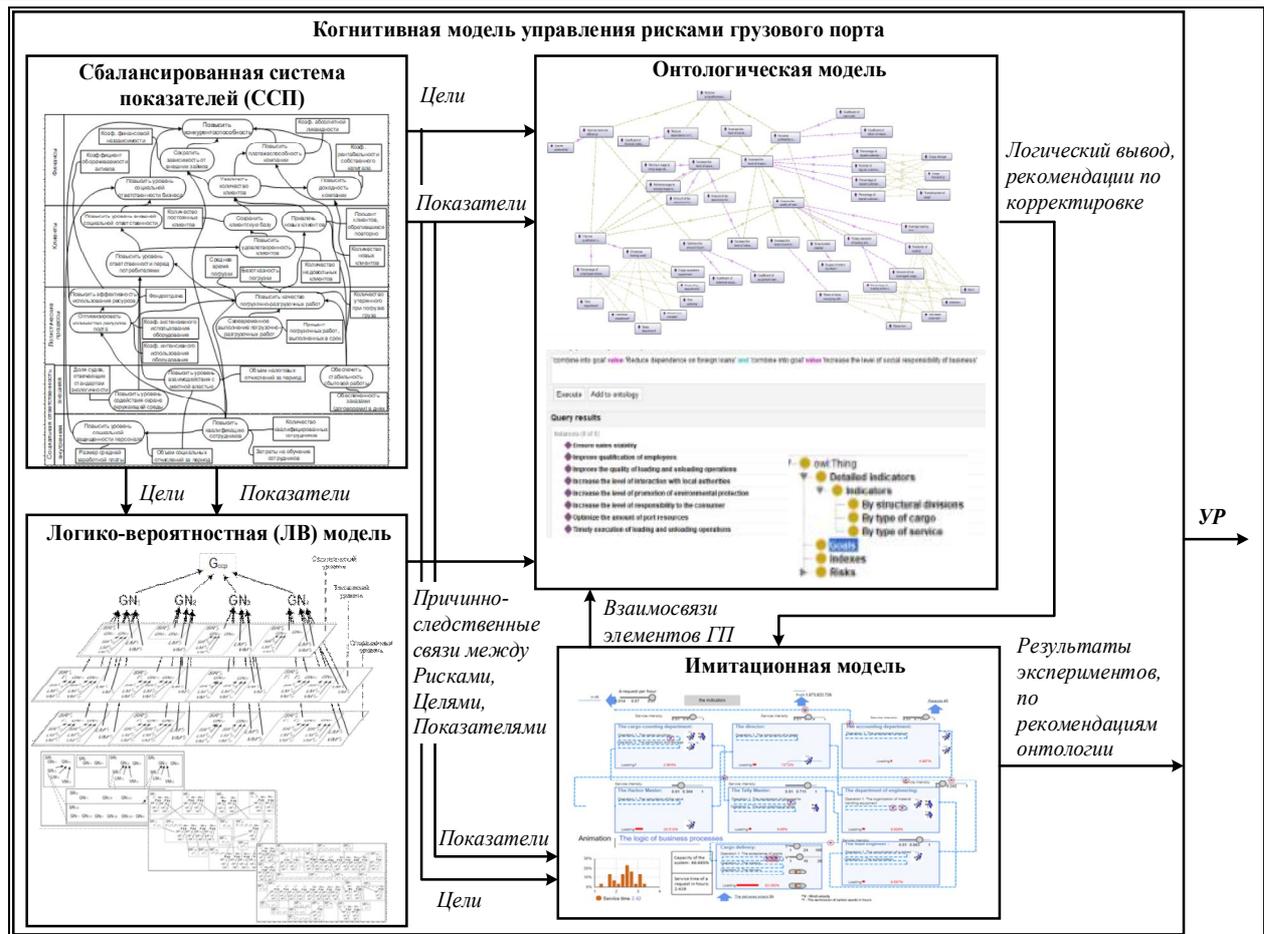


Рис. 12. Когнитивная модель управления рисками грузового порта

Fig. 12. Cognitive model of cargo port risk management

С другой стороны, имитационная модель является в некоторой степени поставщиком «знаний» для онтологической модели. На основании выявленных в имитационной модели закономерностей в онтологической модели выстраиваются дополнительные взаимосвязи со структурными характеристиками (элементами) имитационной модели, а также структурными элементами рассматриваемого экономического объекта – грузового порта. Т.е. наличие имитационной модели со всеми учтенными в ней элементами реальной системы позволяют ещё более детально проработать причинно-следственные связи между

элементами и наступающими событиями, а также предварительно проверить полученные рекомендации по корректировке режима работы того или иного элемента системы (грузового порта) и осуществить выбор наиболее приемлемого и эффективного управленческого решения [19, 20]. Таким образом, двойная направленность функционирования имитационной модели на онтологическую модель и наоборот наряду с использованием ССП и ЛВ-моделирования является исключительно передовым методом когнитивного моделирования, представленным в данной работе.

## Выводы

По результатам сформулированной цели исследования была разработана технология когнитивного моделирования управления рисками грузового порта. Наличие когнитивной составляющей обеспечивается используемыми методами исследования: ЛВ-моделью, а именно построенными сценариями рисков, позволяющими получить четко выстроенную структуру взаимосвязей между рисками различных уровней управления, а также в логической описательной части данной модели, созданной на основе сценариев и дополняющей имеющиеся связи; онтологической моделью и её логической описательной составляющей, которая также выстроена на основе концепции многоуровневого целеполагания и ЛВ-модели, дополняя их различного рода отношениями – объективными свойствами и свойствами данных, определяющими характер и степень имеющихся взаимосвязей.

Имитационная модель в данной работе, с одной стороны, представляет собой инструмент прогнозирования и выявления возможных рисков ситуаций путем проведения экспериментов, расчета значений показателей и вероят-

ностей достижения целей, с другой стороны, дает возможность оценить характер влияния различных выработанных онтологической моделью рекомендательных решений по корректировке тех или иных параметров в условиях различных факторов влияния с целью выявления наиболее приемлемого и использования его в качестве управленческого решения. Выработка эффективных управленческих решений оперативного уровня позволяет добиваться желаемого результата – не наступления рискованных ситуаций – в более долгосрочной перспективе.

Следующий этап расширения онтологической модели автор видит в дополнении ее элементами имитационной модели и системы в целом (грузового порта), оказывающими влияние (прямое либо косвенное) на уточняющие коэффициенты, входящие в формулы расчета показателей оценки и детализированных показателей с целью ещё более глубокой проработки связей и характера влияния, например, различных ресурсных и параметрических составляющих на показатели (посредством их структурных составляющих коэффициентов), цели (посредством показателей) и риски (посредством влияния на цели).

## Список литературы

1. Ho M. W., Ho (David) K. H. Risk management in large physical infrastructure investments: the context of seaport infrastructure development and investment // *Maritime Econom. Log.*. 2006. № 8 (2). Pp. 140–168. <https://doi.org/10.1057/palgrave.mel.9100153>

2. Emergency risk assessment and management / M. S. Gasparian, I. A. Kiseleva, V. A. Titov, L. A. Olenev // *Nexo Revista Científica*. 2022. Vol. 35. No. 1. Pp. 165-173. DOI 10.5377/nexo.v35i01.13927.

3. Бурдукова Н. Ю. Система управления рисками: сравнительный анализ методов управления рисками организации // *Modern Science*. 2022. № 8. С. 14-19.

4. Лаптева О. Г., Киселева Н. В. Автоматизация процесса управления рисками на предприятиях нефтегазовой промышленности: анализ автоматизированных систем управления рисками // *Вестник науки и образования*. 2021. № 5-1(108). С. 5-13.

5. Cognitive Model of the Balanced Scorecard of Manufacturing Systems / O. Protalinsky, A. Khanova, I. Bondareva [et al.] // *Studies in Systems, Decision and Control*. 2021. Vol. 337. Pp. 575-586. DOI 10.1007/978-3-030-65283-8\_47.

6. Старжинская Н. В., Чернова А. И. Логико-вероятностное моделирование надежности удаленного автоматизированного радиотехнического поста Системы управления движением судов // *Морские интеллектуальные технологии*. 2022. № 3-1(57). С. 333-339. DOI 10.37220/MIT.2022.57.3.043.

7. Цициашвили Г. Ш. Логико-вероятностное моделирование по модульному принципу // *Дальневосточный математический журнал*. 2019. Т. 19, № 1. С. 114-118.

8. Балалов В. В. Применение компьютерных технологий динамического и логико-вероятностного моделирования для расчетов инженерных систем // *Актуальные проблемы строительной отрасли и образования - 2022: сборник докладов Третьей Национальной научной конференции (Москва, 19 декабря 2022 года)*. М.: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2023. С. 863-868.

9. Бондарева И.О. Комплексный анализ рисков грузового порта на основе логико-вероятностного и имитационного моделирования // *Известия Юго-Западного государственного университета*. 2020; 24(4): 91-106. <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2020-24-4-91-106>.

10. Способ формирования дескриптивной модели процесса оперативного восстановления изделий ВВТ группировки ПВО на основе онтологий / О.В. Анисимов, В. А. Коробко, А.С. Догадов, А.Д. Зюзина // *Научно-технические технологии в космических исследованиях Земли*. 2020. Т. 12. № 3. С. 30-46. doi: 10.36724/2409-5419-2020-12-3-30-46

11. Bondareva I., Khanova A.A. Multi-level Management of Organizational Systems on the Basis of Risk Cascading, Logical-Probabilistic Modeling and Simulation. *Studies in Systems, Decision and Control*, vol/ 2022. 416. Springer, Cham.

12. Development an ontology based intelligence search system for goods for an online store on the CS-Cart platform / G. Gleb, Z. Vladimir, F. Aleksey, R. Anton // *Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем*. 2021. No. 5. P. 277-280.

13. Дедков Д. А. Программные продукты для создания онтологий. Система Protege // Тенденции развития Интернет и цифровой экономики: труды III Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (Симферополь- Алушта, 04–06 июня 2020 года). Симферополь- Алушта, 2020. С. 205.

14. Фаррахова А. И. Создание онтологии процесса производства детали в редакторе Protege // Мавлютовские чтения: материалы XVI Всероссийской молодежной научной конференции (Уфа, 25–27 октября 2022 года). Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2022. Т. 6. С. 363-368.

15. Раюшкин Э. С., Колесникова В. О., Канубриков Н. Н. Построение онтологической модели "Астрономия" средствами программного обеспечения Protege // Молодой ученый. 2021. № 26(368). С. 27-32.

16. Окрушко Е. А. Создание двуязычной онтологии средствами программной оболочки PROTEGE // Российская наука: тенденции и возможности: сборник научных статей. Т. 4. М.: Из-во "Перо", 2020. С. 147-154.

17. Васильева Е. С., Сосорева А. И. Разработка онтологии по физическим эффектам в программе Protege // Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России. 2020. № 4. С. 27-31.

18. Logical-probabilistic and simulation modeling as a toolkit for complex analysis and risk management of a cargo port / I. O. Bondareva, M. V. Shendo, T. V. Luneva, A. A. Khanova // E3S Web of Conferences, Moscow, 2020. Pp. 02027. DOI 10.1051/e3sconf/202022402027.

19. Simulation and risk management of financial activities in the digital economy era / M. S. Gasparian, I. A. Kiseleva, V. A. Titov, L. A. Olenov // Nexo Revista Científica. 2021. Vol. 34, № 4. Pp. 1388-1395. DOI 10.5377/nexo.v34i04.12684.

20. Stankovets A. V. Station Simulation with Anylogic in Logistics // Логистика в современном мире. Проблемы и решения: материалы Национальной мультиязычной научно-практической конференции. Новосибирск, 2021. С. 180-187.

## References

1. Ho M. W., Ho (David), K. H. Risk management in large physical infrastructure investments: the context of seaport infrastructure development and investment. *Maritime Econom. Log.*, 2006, no. 8 (2), pp. 140–168. <https://doi.org/10.1057/palgrave.mel.9100153>

2. Gasparian M. S., Kiseleva I. A., Titov V. A., Olenov L. A. Emergency risk assessment and management. *Nexo Revista Científica*, 2022, vol. 35, no 1, pp. 165-173. DOI 10.5377/nexo.v35i01.13927.

3. Burdukova N. Yu. Sistema upravleniya riskami: sravnitel'nyi analiz metodov upravleniya riskami organizatsii [Risk management system: comparative analysis of organizational risk management methods]. *Modern Science*, 2022, no 8, pp. 14-19.

4. Lapteva O. G., Kiseleva N. V. Avtomatizatsiya protsessa upravleniya riskami na predpriyatiyakh neftegazovoi promyshlennosti: analiz avtomatizirovannykh sistem upravleniya riskami [Automation of the risk management process at oil and gas industry enterprises: analysis of automated control systems]. *Vestnik nauki i obrazovaniya = Bulletin of Science and Education*, 2021, no 5-1(108), pp. 5-13.

5. Protalinsky O., Khanova A., Bondareva I. [et al.] Cognitive Model of the Balanced Scorecard of Manufacturing Systems. *Studies in Systems, Decision and Control*, 2021, vol. 337, pp. 575-586. DOI 10.1007/978-3-030-65283-8\_47.

6. Starzhinskaya N. V., Chernova A. I. Logiko-veroyatnostnoe modelirovanie nadezhnosti udalennogo avtomatizirovannogo radiotekhnicheskogo posta Sistemy upravleniya dvizheniem sudov [Logical-probabilistic modeling of the reliability of a remote automated radio technical post of a ship traffic control system]. *Morskie intellektual'nye tekhnologii = Marine Smart Technologies*, 2022, no. 3-1(57), pp. 333-339. DOI 10.37220/MIT.2022.57.3.043.

7. Tsitsiashvili G. Sh. Logiko-veroyatnostnoe modelirovanie po modul'nomu printsipu [Logical-probabilistic modeling according to the modular principle]. *Dal'nevostochnyi matematicheskii zhurnal = Far Eastern Mathematical Journal*. 2019, vol 19, no 1, pp. 114-118.

8. Balalov V. V. [Application of computer technologies of dynamic and logical-probabilistic modeling for calculations of engineering systems]. *Aktual'nye problemy stroitel'noi otrasli i obrazovaniya - 2022. Sbornik dokladov Tret'ei Natsional'noi nauchnoi konferentsii* [Current problems of the construction industry and education - 2022. Collection of reports of the Third National Scientific Conference]. Moscow, 2023, pp. 863-868 (In Russ).

9. Bondareva I. O. Comprehensive Risk Analysis of a Cargo Port Based on Logic-Probabilistic and Simulation Modeling. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Southwest State University*. 2020; 24(4): 91-106 (In Russ.). <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2020-24-4-91-106>.

10. Anisimov O.V., Korobko V. A., Dogadov A.S., Zyuzina AD. Sposob formirovaniya deskriptivnoi modeli protsessa operativnogo vosstanovleniya izdelii VVT gruppировки PVO na osnove ontologii [A method for forming a descriptive model of the process of operational restoration of weapons and military equipment of an air defense group based on ontologies]. *Naukoemkie tekhnologii v kosmicheskikh issledovaniyakh Zemli = High Technology in Space Exploration of the Earth*, 2020, vol 12, no 3, pp. 30-46. doi: 10.36724/2409-5419-2020-12-3-30-46.

11. Bondareva I., Khanova A.A. "Multi-level Management of Organizational Systems on the Basis of Risk Cascading, Logical-Probabilistic Modeling and Simulation". *Studies in Systems, Decision and Control*, vol. 2022, 416. Springer, Cham.

12. Gleb G., Vladimir Z., Aleksey F., Anton R. Development an ontology based intelligence search system for goods for an online store on the CS-Cart platform. *Otkrytye semanticheskie tekhnologii proektirovaniya intellektual'nykh system = Open Semantic Technologies for Designing Intelligent Systems*, 2021, no. 5, pp. 277-280.

13. Dedkov D. A. [Software products for creating ontologies. Protege system]. *Tendentsii razvitiya Internet i tsifrovoi ekonomiki. Trudy III Vserossiiskoi s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Proceedings of the III All-Russian scientific and practical conference with international participation]. Simferopol-Alushta, 2020. 205 p. (In Russ).
14. Farrakhova A. I. [Creating an ontology of the part production process in the Protege editor]. *Mavlyutovskie chteniya. Materialy XVI Vserossiiskoi molodezhnoi nauchnoi konferentsii* [Mavlyutov's readings. Materials of the XVI All-Russian Youth Scientific Conference]. Ufa, 2022, vol 6, pp. 363-368. (In Russ)
15. Rayushkin E. S., Kolesnikova V. O., Kanubrikov N. N. Postroenie ontologicheskoi modeli "Astronomiya" sredstvami programmogo obespecheniya Protégé [Construction of the ontological model "Astronomy" using Protege software]. *Molodoi uchenyi = Young Scientist*. 2021, no 26(368), pp. 27-32.
16. Okrushko E. A. [Creation of a bilingual ontology using the PROTEGE software shell]. *Rossiiskaya nauka: tendentsii i vozmozhnosti. Sbornik nauchnykh statei* [Russian science. Trends and opportunities. Collection of scientific articles]. Moscow, Pero Publ., 2020, vol. 4, pp. 147-154 (In Russ.).
17. Vasil'eva E. S., Sosoreva A. I. Razrabotka ontologii po fizicheskim efektam v programme Protégé [Development of an ontology for physical effects in the Protege program]. *Inzhenernye kadry - budushchee innovatsionnoi ekonomiki Rossii = Engineering Personnel - the Future of the Innovative Economy of Russia*, 2020, no 4, pp. 27-31.
18. Bondareva I. O., Shendo M. V., Luneva T. V., Khanova A. A. Logical-probabilistic and simulation modeling as a toolkit for complex analysis and risk management of a cargo port. *E3S Web of Conferences*, Moscow, 2020, pp. 20-27. DOI 10.1051/e3sconf/202022402027.
19. Gasparian M. S., Kiseleva I. A., Titov V. A., Olenev L. A. Simulation and risk management of financial activities in the digital economy era. *Nexo Revista Científica*, 2021, vol. 34, no 4, pp. 1388-1395. DOI 10.5377/nexo.v34i04.12684.
20. Stankovets A. V. Station Simulation with Anylogic in Logistics. *Logistika v sovremennom mire. Problemy i resheniya: materialy Natsional'noi mul'tiyazychnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Logistics in the modern world. Problems and solutions. Materials of the National Multilingual Scientific and Practical Conference]. Novosibirsk, 2021, pp. 180-187.

---

### Информация об авторе / Information about the Author

**Бондарева Ирина Олеговна**, кандидат технических наук, доцент, Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация, e-mail: i.o.bondareva@mail.ru

**Irina O. Bondareva**, Cand of Sci. (Engineering), Associate Professor, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation, e-mail: i.o.bondareva@mail.ru