

УПРАВЛЕНИЕ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

MANAGEMENT IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS

Научная статья
УДК 519.6, 517.977, 681.5.015, 621.785
<https://doi.org/10.24143/2072-9502-2024-1-88-99>
EDN VZDUVS

Риск-ориентированная онтологическая модель поддержки принятия управленческих решений в грузовом порту на основе многоуровневого целеполагания

Ирина Олеговна Бондарева[✉], Анастасия Олеговна Белова

*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия, i.o.bondareva@mail.ru[✉]*

Аннотация. В современных нестабильных условиях рыночной среды для предприятий транспортной логистики возникает задача прогнозирования возможных рисков ситуаций с целью их недопущения, а также разработки инструментария, позволяющего формировать управленческие решения, оценивать эффективность каждого из них и выбирать наиболее приемлемое с учетом конкретных задач и различных влияющих факторов. В качестве рисков рассмотрены ситуации недостижения целей грузового порта, а также случаи недостижения показателями оценки данных целей нормативных значений. Цели и показатели обозначены и описаны в построенной ранее сбалансированной системе показателей (ССП). Множество связей целей и показателей их оценки с рисками на различных уровнях управления представлено в виде разработанной многоуровневой гибридной логико-вероятностной (ЛВ) модели рисков грузового порта, а также в подробных моделях сценариев данной ЛВ-модели. Комплексное использование технологий СПП и ЛВ-моделирования позволило выстроить общую концепцию многоуровневого целеполагания, основное преимущество которой заключается в детальной проработке целей компании, подчиненных основной стратегической, что позволяет в случае необходимости оказывать влияние на операционные события и получать положительный результат в более долгосрочном периоде, в тактическом и стратегическом планах. Онтологическая модель содержит всю информацию о взаимодействии элементов, влияющих на наступление рисков событий, и позволяет осуществлять выборку вариантов выхода из рискованной ситуации в соответствии с различными заданными условиями. Результаты запросов к риск-ориентированной онтологической модели являются вариантами управленческих решений, направленных на снижение рисков в грузовом порту.

Ключевые слова: онтологическая модель, управление рисками, сбалансированная система показателей, логико-вероятностная модель, имитационная модель, многоуровневое целеполагание

Для цитирования: Бондарева И. О., Белова А. О. Риск-ориентированная онтологическая модель поддержки принятия управленческих решений в грузовом порту на основе многоуровневого целеполагания // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2024. № 1. С. 88–99. <https://doi.org/10.24143/2072-9502-2024-1-88-99>. EDN VZDUVS.

A risk-oriented ontological model for supporting management decision-making in a cargo port based on multi-level goal setting

Irina O. Bondareva[✉], Anastasia O. Belova

Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia, i.o.bondareva@mail.ru[✉]

Abstract. In today's unstable market environment, transport logistics enterprises face the task of predicting possible risk situations in order to avoid them, as well as developing tools that allow them to form management decisions, evaluate the effectiveness of each of them and choose the most appropriate one, taking into account specific tasks and various influencing factors. Situations of failure to achieve the goals of a cargo port, as well as cases of failure by indicators to assess these goals of normative values, are considered as risks. The goals and indicators are outlined and described in the previously built Balanced Scorecard (MTSP). A set of links between goals and indicators of their assessment with risks at various levels of management is presented in the form of a developed multi-level hybrid logical-probabilistic (LV) risk model of a cargo port, as well as in detailed scenario models of this LV model. The integrated use of SSP and LV modeling technologies allowed us to build a general concept of multi-level goal setting, the main advantage of which lies in the detailed elaboration of the company's goals subordinate to the main strategic one, which allows, if necessary, to influence operational events and obtain a positive result in the longer term, in tactical and strategic plans. The ontological model contains all the information about the interaction of elements that affect the occurrence of risky events, and allows you to select options for getting out of a risky situation in accordance with various specified conditions. The results of queries to the risk-oriented ontological model are variants of management decisions aimed at reducing risks in the cargo port.

Keywords: ontological model, risk management, balanced scorecard, logical-probabilistic model, simulation model, multi-level goal setting

For citation: Bondareva I. O., Belova A. O. A risk-oriented ontological model for supporting management decision-making in a cargo port based on multi-level goal setting. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, computer science and informatics. 2024;1:88-99.* (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2072-9502-2024-1-88-99>. EDN VZDUVS.

Введение

Залогом стабильного и эффективного существования на рынке для любой организационной системы, в том числе и для предприятий транспортной логистики, к которым, бесспорно, можно отнести грузовые порты, является следование намеченной стратегии путем последовательного комплексного достижения поставленных целей. Наличие в данном процессе рискованных ситуаций является естественным и крайне нежелательным барьером для планомерного развития [1]. В связи с этим большинство компаний заинтересованы в получении инструментария, позволяющего заблаговременно предвидеть подобного рода отклонения, просчитывать возможные пути решения возникающих проблем и посредством выработки оптимального управленческого решения ликвидировать риски, не позволяя им перерасти в глобальные проблемы для целостной организационной системы.

Концепция управления рисками порта на основе многоуровневого целеполагания

Для оценки рисков грузового порта предлагается использовать технологию многоуровневого целеполагания, основное преимущество которой заключается в детальной проработке целей компании, подчиненных основной стратегической, что, в свою

очередь, позволяет в случае необходимости влиять на операционные события и получать положительный результат в более долгосрочном периоде, в тактическом и стратегическом планах. Многоуровневость целеполагания реализована с применением широко известного метода стратегического управления – сбалансированной системы показателей (ССП) [2], а также в построенной многоуровневой логико-вероятностной (ЛВ) модели рисков грузового порта. В качестве рискованных событий (рисков) рассматриваются ситуации недостижения целей грузового порта и недостижения показателями оценки деятельности порта установленных нормативных значений. Сбалансированная система показателей [3] содержит все цели грузового порта, а также показатели их оценки. Логико-вероятностная модель позволяет определить все логические и вероятностные связи между сформулированными целями различного уровня, оценивающими их показателями и, как следствие, связанными с ними рисками организации [4]. Таким образом, благодаря использованию ЛВ-модели можно выявлять причинно-следственные связи и влияние каждой отдельной составляющей на наступление рискованного события посредством составления сценариев риска [5], логических и вероятностных моделей риска [6], связанного с каждой конкретной целью и показателем [7].

Устранение потенциального риска на более детализированном уровне позволяет исключить влияние стратегического риска на деятельность рассматриваемой организации – грузового порта [8].

Онтологическая модель поддержки принятия решений по управлению рисками грузового порта

На основе выявленных причинно-следственных связей, обозначенных в построенной ЛВ-модели [9, 10], была разработана онтологическая модель поддержки принятия решений по управлению рисками грузового порта [11]. Онтологическая модель позволяет осуществить выборку вариантов выхода из предполагаемой рискованной ситуации в соответствии с различными заданными условиями, которые представляют собой некоторые рекомендации для принятия управленческих решений, полученные на основе запросов для конкретных ситуаций.

Разработанная онтологическая модель представляет собой классический набор концептов, классов, утверждений, свойств данных и продукционных правил, связанных между собой на основе знаний о связях между рисками, целями, показателями и элементами, входящими в расчет показателей оценки деятельности грузового порта.

Онтологию O_{CPRM} предметной области «Управление рисками грузового порта на основе многоуровневого целеполагания» можно определить следующим кортежем:

$$O_{CPRM} = \langle S, Ind \rangle,$$

где S – множество утверждений уровня схемы онтологии O_{CPRM} , а Ind – утверждения, устанавливающие множество индивидов. Множество S состоит из следующих взаимосвязанных составляющих:

$$S = \{S^C, S^O, S^D, S^A\},$$

где S^C – множество утверждений, описывающих концепты (классы онтологии); S^O – множество утверждений, описывающих объектные свойства; S^D – множество утверждений, описывающих свойства типов данных; S^A – множество аксиом, определяющих ограничения над множествами S^C, S^O, S^D .

В онтологической модели O_{CPRM} представлены 4 независимых родительских класса S^C , связанных между собой связями S^O :

$$S^C = \{S_G^C, S_R^C, S_I^C, S_{DI}^C\},$$

где S_G^C – родительский класс «Цели», содержащий сведения о целях, выявленных в порту (рис. 1); S_R^C – родительский класс «Риски», содержащий сведения о рисках, с которыми может столкнуться порт при достижении поставленных целей; S_I^C – родительский класс «Показатели», содержащий сведения о показателях, которые являются индикаторами (показателями) оценки достижения цели; S_{DI}^C – родительский класс «Детализированные показатели», содержащий сведения о детализированных показателях оценки функционирования грузового порта.



Рис. 1. Экземпляры классов «Цели», «Показатели» и «Детализированные показатели»

Fig. 1. Instances of the Goals, Metrics, and Detailed Metrics classes

Родительский класс «Риски» S_R^C включает в себя дочерние классы $\{S_{SR}^C, S_{TR}^C, S_{OR}^C\}$, где S_{SR}^C – стратегические риски, являющиеся риском недостижения поставленной цели; S_{TR}^C – тактические риски, являющиеся риском недостижения показателем определенного нормативного значения; S_{OR}^C –

операционные риски, являющиеся риском недостижения детализированным показателем определенного нормативного значения, в связи с этим класс «Риски» был связан с классами «Цели», «Показатели» и «Детализированные показатели» связью S_F^O – «недостижения».

Родительский класс «Детализированные показатели» S_{DI}^C содержит подкласс «Индикаторы»

S_{DI}^C (см. рис. 1), который, в свою очередь, подразделяется на 3 дочерние класса, отражающие виды детализированных показателей оценки функционирования грузового порта $\{S_{ICT}^C, S_{ITS}^C, S_{ISS}^C\}$, где S_{ICT}^C – детализация показателя по видам грузов, S_{ITS}^C – детализация показателя по видам предоставляемых услуг, S_{ISS}^C – детализация показателя по структурным подразделениям грузового порта.

В связи с тем, что цели должны представлять собой древовидную структуру (на вершине находится основная цель, которую необходимо достичь, далее эта цель декомпозируется на более мелкие подцели, которые ее поддерживают и обеспечивают), были созданы следующие связи: S_{DbG}^O и обратная ей S_{CrG}^O , где S_{DbG}^O – «подразделяется на цель» – связь, представляющая собой подразделение (разделение) цели на более мелкие подцели, и S_{CrG}^O – «объединяется в цель» – связь, представляющая собой объединение подцелей в более крупную цель. Например, рассмотрим главную стратегическую цель «Повысить конкурентоспособность»: логично, что данная цель, находящаяся на первом (верхнем) уровне, должна состоять из более мелких подцелей, т. е. будет делиться на все цели, расположенные на нижних уровнях. Данное правило достигается за счет присвоения связи S_{DbG}^O свойства транзитивности (англ. *transitive*). На основе разработанной структуры связей и определения их характера первоначально была осуществлена проверка правильности построения данных связей с помощью машины логического вывода Reasoner. Логические выводы, полученные с его помощью, свидетельствуют о корректности ввода данных (рис. 2).



Рис. 2. Логические выводы инструмента Reasoner (взаимосвязь стратегической цели со всеми детализирующими)

Fig. 2. Logical conclusions of the Reasoner tool (relationship of the strategic goal with all details)

Логические выводы Reasoner представлены в Protégé записями на сером фоне, записи на белом фоне – знания, заложенные в редактор вручную.

После проверки корректности ввода данных о связях между целями было построено дерево целей порта с использованием инструмента OntoGraf Protégé (рис. 3).

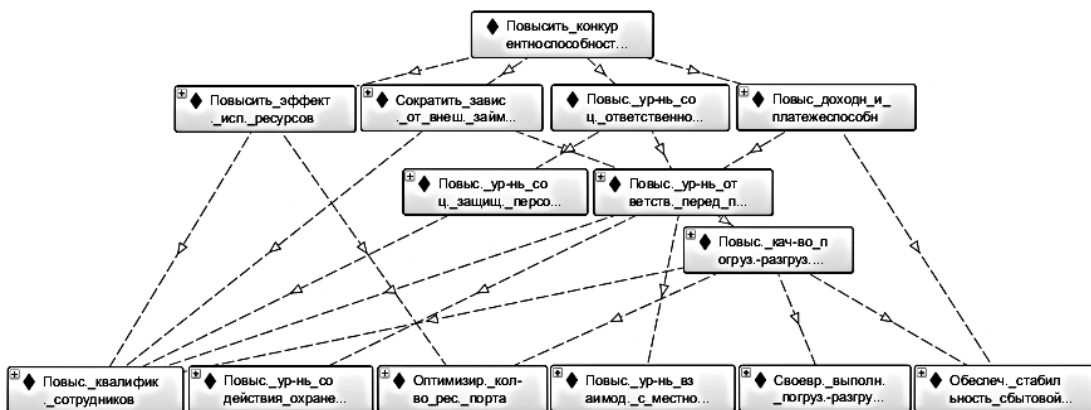


Рис. 3. Дерево целей грузового порта (онтологический граф класса «Цели»)

Fig. 3. Cargo port goals tree (ontological graph of the “Goals” class)

Факторы оценки (экземпляры класса «Показатели») соединены с целью связью S_{EG}^O – «оценивает цель» – и подразумевают, что фактор оценивает цель. Цель, в свою очередь, имеет обратную связь S_{Sbl}^O – «оценивается показателем», которая означает, что цель оценивается указанным фактором.

Связи S_{Sbl}^O и S_{EG}^O являются взаимобратными и имеют область значения «Цели – Показатели» и «Показатели – Цели» соответственно. Данные связи имеют свойства асимметричности (англ. *asymmetric*) и иррефлексивности (англ. *irreflexive*). Свойство асимметричности в данном случае означает, что связь действует только «в одну сторону», т. е. цель оценивается показателем, но показатель целью оцениваться никогда не будет. Свойство иррефлексивности означает, что действие (связь) никогда не будет направлено на самое себя, т. е. показатель никогда не будет оценивать самого себя.

Индикаторы оценки соединены с показателями связью S_{DI}^O – «детализирует показатель» – и подразумевают, что показатель связью S_{DI}^O – «детализируется на индикатор» (обратная связь S_{DI}^O) – детализируется на перечисленные индикаторы.

Помимо описанных основных простых связей (объектных свойств) в онтологии присутствуют 3 составные связи: S_{HI}^O – «имеет индикатор», S_{DoI}^O – «зависима от показателя» и S_{DoDI}^O – «зависима от индикатора», которые также рассматриваются как объектные свойства, однако носят составной характер. Данные связи созданы для того, чтобы отразить

«межуровневую» зависимость между целями, оценивающими их показателями и индикаторами, напрямую детализирующими эти показатели.

Связь S_{HI}^O – «имеет индикатор» – состоит из цепочки (англ. *chain*) связей S_{Sbl}^O – «оценивается показателем» и S_{DI}^O – «детализируется на индикатор», объединенных между собой оператором «o», с помощью которого задаются цепочки свойств, $S_{HI}^O = < S_{Sbl}^O S_{DI}^O >$.

Связь S_{DoI}^O – «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 S_{DbG}^O – «подразделяется на цель» – и S_{Sbl}^O – «оценивается показателем»: $S_{DoI}^O = < S_{DbG}^O S_{Sbl}^O >$.

Связь S_{DoDI}^O – «зависима от индикатора» – обозначает, что, если цель подразделяется на цель, которая напрямую оценивается показателем, который, в свою очередь, детализируется индикатором, то эта цель будет зависима от индикатора (детализирующего показатель на нижнем уровне) и состоит из цепочки связей S_{DbG}^O – «подразделяется на цель», S_{Sbl}^O – «оценивается показателем» и S_{DI}^O – «детализируется на индикатор», $S_{DoDI}^O = < S_{DbG}^O S_{Sbl}^O S_{DI}^O >$. Цепочки свойств этих связей представлены на рис. 4.

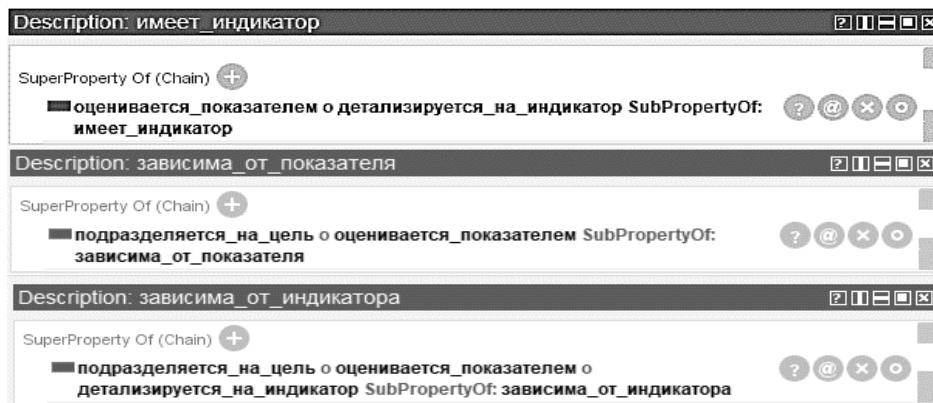


Рис. 4. Представление цепочек свойств составных связей

Fig. 4. Representation of composite links property chains

Таким образом, было создано дерево целей, дополненное всеми вышеперечисленными объектными свойствами $S^O = \{ S_{DbG}^O, S_{CI}^O, S_{EG}^O, S_{Sbl}^O,$

$S_{DI}^O, S_{DI}^O, S_F^O, S_{HI}^O, S_{DoI}^O, S_{DoDI}^O \}$ онтологической модели грузового порта O_{CPRM} (рис. 5).

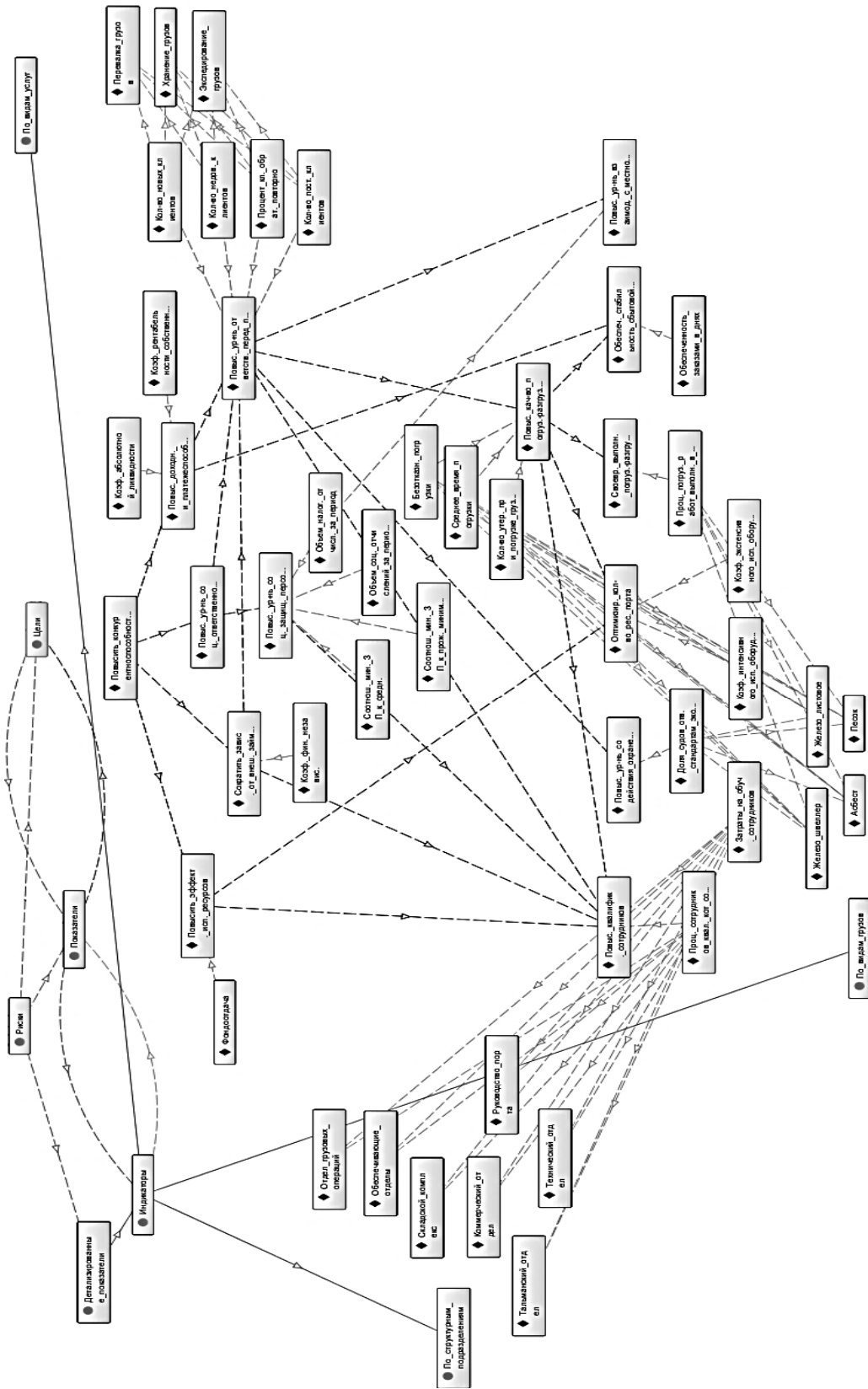


Рис. 5. Онтологическая модель поддержки принятия решений по управлению рисками грузового порта

Fig. 5. Ontological decision support model for cargo port risk management

Vondrateva I. O., Belova A. O. A risk-oriented ontological model for supporting management decision-making in a cargo port based on multi-level goal setting

Онтология не имеет возможности производить расчеты с числами. Любые числа, внесенные в онтологию, будут являться статичной информацией с типом данных «число», поэтому для того, чтобы отобразить изменение параметров, входящих в расчет каждого из выбранных показателей оценки,

(включая те, что составляют формулы расчета), было принято решение отображать это «изменение» посредством выбора значений «увеличивается», «уменьшается» либо остается «без изменения». Описание элементов Data Properties представлено на рис. 6.



Рис. 6. Элементы Data properties

Fig. 6. Data properties elements

Приведенные элементы Data properties будут использованы для описания свойств типов данных S^D экземпляров класса «Показатели».

Например, показатель «Общее количество осуществленных работ» принадлежит классу «Показатели», используется для расчета показателей «Про-

цент сотрудников, квалификация которых соответствует занимаемой должности» и «Процент погрузочных работ, выполненных в срок», а также имеет стандартный тип свойства данных S^D – «Строка» – и принимает одно из значений «увеличивается»,

«уменьшается» либо «без изменения». Описание параметра представлено на рис. 7.

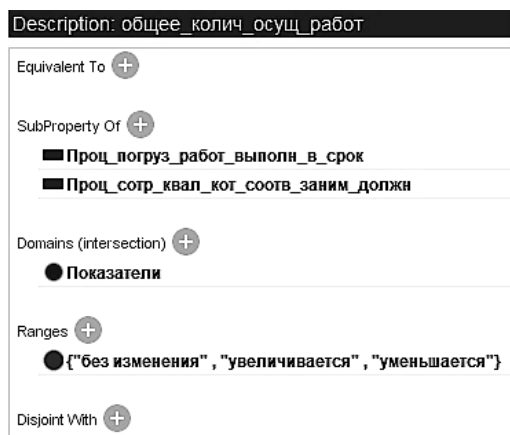


Рис. 7. Описание параметра «Общее количество осуществленных работ»

Fig. 7. Description of the parameter “Total number of completed works”

Аналогичным образом определены все показатели онтологии.

Онтологическая модель управления рисками порта O_{CPRM} включает в себя ограничения S^d , которые определяют связи между классами и экзем-

плярами. Например, может быть установлено ограничение, гарантирующее, что каждая Цель будет состоять из всех целей, находящихся на нижних уровнях (с которыми она связана).

Средства поддержки принятия решений по управлению рисками грузового порта

Построенная онтологическая модель обеспечивает причинно-следственные связи между элементами многоуровневого целеполагания, уделяя особое внимание процессу управления рисками. Она включает в себя классы, отношения и ограничения, которые определяют эту область, устанавливая единую терминологию для совместного использования информации в предметной области «Управление рисками грузового порта». Разработка онтологической модели осуществлялась в редакторе онтологий Protégé с использованием языка онтологического моделирования OWL. На основе выстроенных связей, используя инструментарий редактора, можно осуществлять выборку из онтологии по определенным условиям. Например, можно выяснить, на какие цели повлияет потенциальное решение «Увеличить затраты на обучение сотрудников Тальманского отдела», воспользовавшись инструментом DL Query и введя соответствующий запрос (рис. 8).

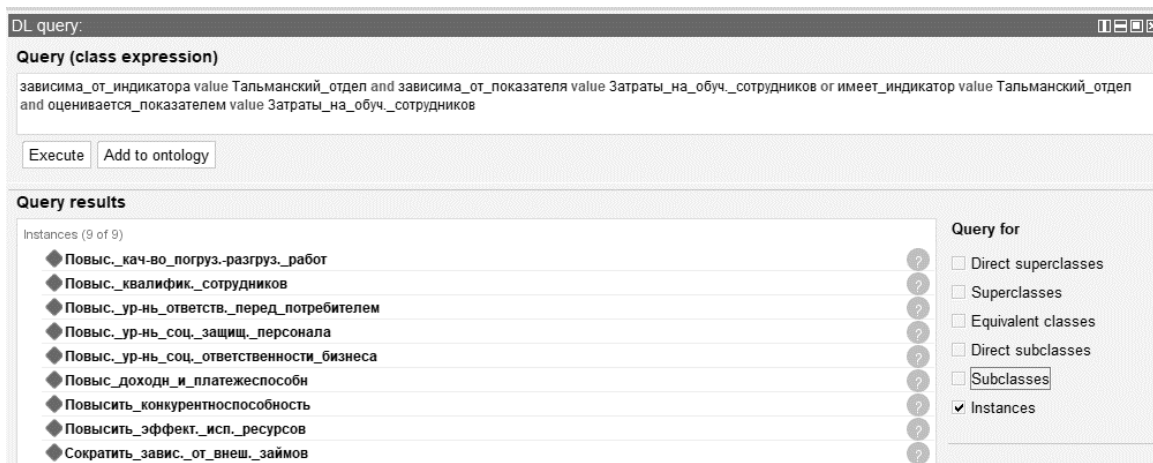


Рис. 8. Запрос DL Query и результат работы выборки

Fig. 8. DL Query and the result of the selection

Первая часть запроса делает выборку по всем целям, которые зависимы от индикатора со значением (англ. *value* – оператор, указывающий конкретное значение) «Тальманский отдел», а также зависимы от показателя со значением «Затраты на обучение сотрудников» (англ. *and* – оператор, соответствующий логическому «И»). Вторая часть за-

проса делает отбор по всем целям, которые напрямую оцениваются показателем «Затраты на обучение сотрудников» и имеют индикатор «Тальманский отдел». Обе части объединены логическим оператором «ИЛИ» (англ. *or* – оператор, соответствующий логическому «ИЛИ»). Таким образом, данным запросом мы отбираем все цели, которые

Bondareva I. O., Belova A. O. A risk-oriented ontological model for supporting management decision-making in a cargo port based on multi-level goal setting

были бы зависимы (напрямую или «как следствие») от параметров «Затраты на обучение сотрудников» и «Тальманский отдел». Запрос и результат его выполнения представлены на рис. 8.

Каждый из представленных результатов также имеет объяснение, на основе каких логических суж-

дений этот результат попал в выборку. К примеру, Reasoner имеет 10 объяснений тому, что цель «Сократить зависимость от внешних результатов» попала в данную выборку. Объяснения, предоставленные инструментом Reasoner, показаны на рис. 9.

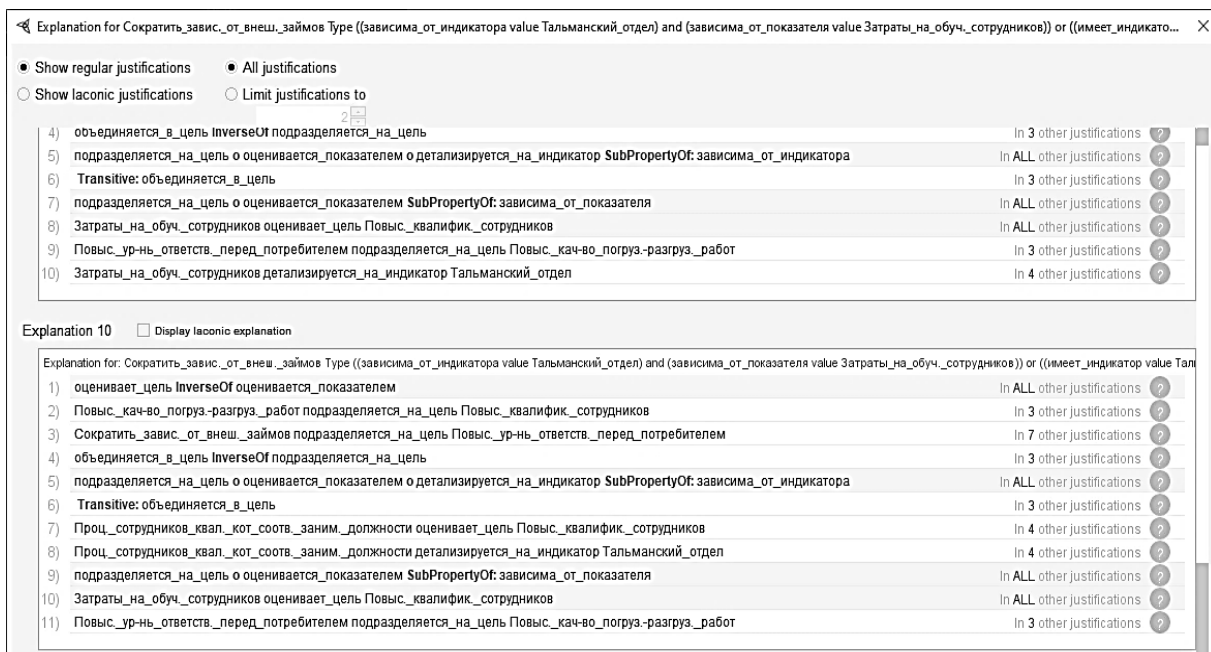


Рис. 9. Инструмент Reasoner: объяснение получившегося результата выборки

Fig. 9. Reasoner tool. Explanation of the resulting sample result

В случаях, когда не известно, каким образом необходимо повлиять на тот или иной показатель, можно воспользоваться функцией «SPARQL Query», которая позволяет делать запросы к RDF-файлу, в нашем случае SPARQL Query используется для выборки по показателям Data properties, показанным на рис. 6, и их значениям, представленным на рис. 7. Например, для того, чтобы узнать, какие цели зависят от показателя «Коэффициент абсолютной ликвидности» и «Коэффициент интенсивного

использования оборудования» (вместе) и что можно сделать с показателями расчета коэффициентов в DL Query, делаем выборку по нескольким показателям. Пример запроса в DL Query и его результат, представленные на рис. 10, показывают, что *совместное* изменение этих двух коэффициентов повлияет на такие цели, как «Повысить доходность и платежеспособность» и «Повысить конкурентоспособность».

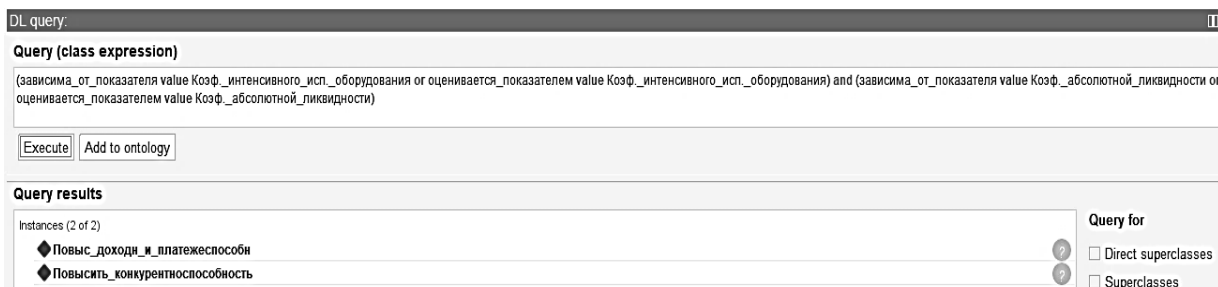


Рис. 10. Результат работы выборки

Fig. 10. Result of sampling

Далее с помощью SPARQL Query делаем запрос о значениях показателей. Результат обработки запроса представлен на рис. 11.

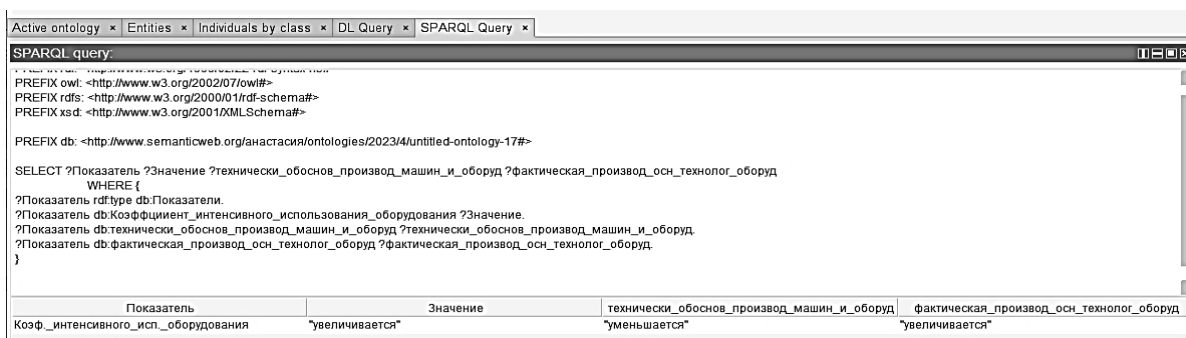


Рис. 11. Результат запроса в SPARQL Query

Fig. 11. Query result in SPARQL Query

В результате было получено, что для увеличения показателя «Коэффициент интенсивного использования оборудования» необходимо уменьшить параметр «Технически обоснованная производительность машин и оборудования» и увеличить параметр «Фактическая производительность основного технологического оборудования».

Аналогично был сформирован запрос о показателе «Коэффициент абсолютной ликвидности». Результат обработки запроса позволил сделать вывод о том, что для того, чтобы «Коэффициент абсолютной ликвидности» увеличился, необходимо увеличить вложения («Денежные средства»), а также «Финансовые краткосрочные вложения», и погасить «Текущие обязательства». Из результатов запросов рассмотренного примера следует, что, увеличив, например, «Фактическую производительность основного технологического оборудования порта» и уменьшив «Текущие обязательства», можно повысить «Доходность и платежеспособность порта», тем самым повлияв на главную стратегическую цель компании – повышение конкурентоспособности.

В качестве рекомендаций для принятия решений по управлению рисками грузового порта онтологическая модель на основании запросов выдает конкретные рекомендации по корректировке того или иного значения показателя путем, например, изменения (в сторону увеличения либо уменьшения) значений индикаторов, детализирующих данный показатель, корректировки количества используемых ресурсов, осуществляющих тот или иной бизнес-процесс в порту и т. п.

Основным преимуществом использования онтологии в организационном управлении является целостный подход к управляемым процессам. При этом достигаются:

- системность (онтология представляет целостный взгляд на предметную область);

- единообразии (материал, представленный в единой форме, намного лучше воспринимается);

- комплексности (построение онтологии позволяет восстановить недостающие логические связи).

Таким образом, правильно сформулированная и выстроенная онтология, с комплексным использованием функций Protégé, может помочь ответственным лицам более эффективно принимать управленческие решения за счет возможности отслеживания взаимосвязей, как целей на различных уровнях многоуровневого целеполагания, так и зависимости целей, расположенных на верхних уровнях, от показателей и индикаторов, расположенных на нижних уровнях.

Заключение

В статье описана структура взаимосвязей между элементами онтологической модели, разработанной на основе концепции многоуровневого целеполагания и рассматривающей риски грузового порта на различных уровнях целеполагания с позиции недостижения поставленных целей и недостижения показателями деятельности порта нормативных значений. Особое внимание уделено описанию входящих в состав онтологической модели классов, объектных свойств (отношений), связей, выстроенных на основе отношений, а также технологии осуществления запросов к онтологической модели.

Разработанная риск-ориентированная онтологическая модель позволяет осуществлять выборку вариантов выхода из предполагаемых рискованных ситуаций в соответствии с различными заданными условиями на основе запросов к модели. Правильно сформулированные запросы позволяют проследить характер влияния тех или иных параметров на значения показателей и достижение целей различного уровня целеполагания и выработать комплексные варианты решения тех или иных слож-

ных для порта с точки зрения рисков ситуаций. Полученные варианты представляют собой реко-

мендации для принятия решений по управлению рисками грузового порта.

Список источников

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. N. 8 (2). P. 140–168. <https://doi.org/10.1057/palgrave.mel.9100153>.
2. Ханова А. А., Григорьева И. О., Потапова Е. С. Оценка эффективности деятельности организации на основе сбалансированной системы показателей и имитационного моделирования (на примере грузового порта) // *Науч.-техн. ведом. Санкт-Петербург. гос. политехн. ун-та. Информатика. Телекоммуникации. Управление.* 2009. № 6 (91). С. 119–126.
3. Protalinsky O., Khanova A., Bondareva I., Averianova K., Khanova Y. Cognitive Model of the Balanced Scorecard of Manufacturing Systems // *Studies in Systems, Decision and Control.* 2021. V. 337. P. 575–586. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65283-8_47.
4. Solozhentsev E. Logic and probabilistic risk models for management of innovations system of country // *International Journal of Risk Assessment and Management.* 2015. V. 18, iss. 3–4. P. 237–255. <https://doi.org/10.1504/IJRAM.2015.071211>.
5. Bondareva I., Khanova A., Khanova Y. Configuring Systems Based on Petri Nets, Logic-Probabilistic, and Simulation Models // *Studies in Systems, Decision and Control.* 2021. V. 338. P. 257–266. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66077-2_21_2.
6. Bondareva I. O., Shendo M. V., Luneva T. V., Kha-

nova A. A. Logical-probabilistic and simulation modeling as a toolkit for complex analysis and risk management of a cargo port // *E3S Web Conf.* 2020. N. 224. P. 02027. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022402027>.

7. Bondareva I. O. Комплексный анализ рисков грузового порта на основе логико-вероятностного и имитационного моделирования // *Изв. Юго-Запад. гос. ун-та.* 2020. Т. 24, № 4. С. 91–106.

8. 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.* 2022. V. 416. P. 157–166.

9. Bondareva I. O. Управление рисками транспортно-логистического предприятия на основе логико-вероятностного и имитационного моделирования // *Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками.* 2020. № 5. С. 29–35.

10. Bondareva I. O., Сидагалиева С. М., Нестерова Е. Т. Математическое моделирование управления рисками в транспортной логистике // *Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика.* 2021. № 2. С. 75–88.

11. Ханова А. А., Григорьева И. О. Предметная онтология как способ формирования семантической модели знаний грузового порта // *Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика.* 2009. № 1. С. 76–81.

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. Khanova A. A., Grigor'eva I. O., Potapova E. S. Otsenka effektivnosti deiatel'nosti organizatsii na osnove sbalansirovannoi sistemy pokazatelei i imitatsionnogo modelirovaniia (na primere gruzovogo porta) [Assessment of the effectiveness of the organization's activities based on a balanced scorecard and simulation modeling (using the example of a cargo port)]. *Nauchno-tekhicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Informatika. Telekommunikatsii. Upravlenie*, 2009, no. 6 (91), pp. 119-126.
3. Protalinsky O., Khanova A., Bondareva I., Averianova K., Khanova Y. Cognitive Model of the Balanced Scorecard of Manufacturing Systems. *Studies in Systems, Decision and Control*, 2021, vol. 337, pp. 575-586. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65283-8_47.
4. Solozhentsev E. Logic and probabilistic risk models for management of innovations system of country. *International Journal of Risk Assessment and Management*, 2015, vol. 18, iss. 3-4, pp. 237-255. <https://doi.org/10.1504/IJRAM.2015.071211>.

5. Bondareva I., Khanova A., Khanova Y. Configuring Systems Based on Petri Nets, Logic-Probabilistic, and Simulation Models. *Studies in Systems, Decision and Control*, 2021, vol. 338, pp. 257-266. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66077-2_21_2.

6. 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 Conf.*, 2020, no. 224, p. 02027. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022402027>.

7. Bondareva I. O. Kompleksnyi analiz riskov gruzovogo porta na osnove logiko-veroiatnostnogo i imitatsionnogo modelirovaniia [Comprehensive risk analysis of a cargo port based on logical probabilistic and simulation modeling]. *Izvestiia Iugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta*, 2020, vol. 24, no. 4, pp. 91-106.

8. 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*, 2022, vol. 416, pp. 157-166.

9. Bondareva I. O. Upravlenie riskami transportno-logisticheskogo predpriiatiia na osnove logiko-veroiatnostnogo i imitatsionnogo modelirovaniia [Risk management of a transport and logistics enterprise based on logical probabilistic and simulation modeling]. *Matematicheskoe*

i komp'yuternoe modelirovanie v ekonomike, strakhovanii i upravlenii riskami, 2020, no. 5, pp. 29-35.

10. Bondareva I. O., Sidagalieva S. M., Nesterova E. T. Matematicheskoe modelirovanie upravleniia riskami v transportnoi logistike [Mathematical modeling of risk management in transport logistics]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naia tekhnika i informatika*, 2021, no. 2, pp. 75-88.

11. Khanova A. A., Grigor'eva I. O. Predmetnaia ontologiya kak sposob formirovaniia semanticheskoi modeli znaniia gruzovogo porta [Subject ontology as a way of forming a semantic knowledge model of a cargo port]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naia tekhnika i informatika*, 2009, no. 1, pp. 76-81.

Статья поступила в редакцию 26.10.2023; одобрена после рецензирования 30.11.2023; принята к публикации 11.01.2024
The article was submitted 26.10.2023; approved after reviewing 30.11.2023; accepted for publication 11.01.2024

Информация об авторах / Information about the authors

Ирина Олеговна Бондарева – кандидат технических наук, доцент; заведующий кафедрой прикладной информатики; Астраханский государственный технический университет; i.o.bondareva@mail.ru

Irina O. Bondareva – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Head of the Department of Applied Informatics; Astrakhan State Technical University; i.o.bondareva@mail.ru

Анастасия Олеговна Белова – магистрант кафедры прикладной информатики; Астраханский государственный технический университет; foxis9999@mail.ru

Anastasia O. Belova – Master's Course Student of the Department of Applied Informatics; Astrakhan State Technical University; foxis9999@mail.ru

