

# МАТЕМАТИЧЕСКИЕ, СТАТИСТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ

## MATHEMATICAL, STATISTICAL AND INSTRUMENTAL METHODS IN ECONOMY

---

### НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 330.322

ББК 65.263

И 24

DOI: 10.53598/2410-3683-2023-2-320-90-98

### РАЗРАБОТКА БАЗЫ ЗНАНИЙ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

(Рецензирована)

#### **Юрий Сергеевич ИВАЩУК,**

ПАО Крайинвестбанк, г. Краснодар, Россия.

*personal@kibank.ru*

#### **Наталья Петровна ОРЛЯНСКАЯ,**

Кубанский аграрный государственный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия.

*orlyanskaya57@mail.ru*

#### **Валерий Асланович ТЕШЕВ,**

Адыгейский государственный университет, г. Майкоп, Россия.

*vateshev@mail.ru*

**Аннотация.** В статье рассматривается решение актуальной прикладной задачи в сфере информационных технологий: разработка базы знаний инвестиционной деятельности, в основе которой лежит онтологическое моделирование предметной области инвестирования с помощью языка OWL. А также рассматривается разработанная онтологическая модель, описывающая инвестиционную деятельность компании и позволяющая выявить практическую значимость применения онтологического моделирования в сфере финансов и инвестирования.

**Ключевые слова:** онтологическое моделирование, инвестиционная деятельность, инвестиционная компания, семантика, онтология.

**Для цитирования:** Иващук Ю.С., Орлянская Н.П., Тешев В.А. Разработка базы знаний инвестиционной деятельности на основе онтологического моделирования // Вестник Адыгейского государственного университета, серия «Экономика». 2023. Вып. 2 (320). С. 90-98. DOI: 10.53598/2410-3683-2023-2-320-90-98.

**ORIGINAL RESEARCH PAPER**

**DEVELOPMENT OF THE INVESTMENT ACTIVITY  
KNOWLEDGE BASED ON ONTOLOGICAL MODELING**

**Yuri S. IVASHCHUK,**

PJSC Krayinvestbank, Krasnodar, Russia.

*personal@ kibank.ru*

**Natalya P. ORLYANSKAYA,**

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia.

*orlyanskaya57@mail.ru*

**Valery A. TESHEV,**

Adyghe State University, Maykop, Russia.

*vateshev@mail.ru*

**Abstract.** The article deals with the solution of an urgent applied problem in the field of information technology: the development of a knowledge base of investment activity, which is based on ontological modeling of the subject area of investment using the OWL language. The developed ontological model describing the investment activity of the company and allowing to reveal the practical significance of the application of ontological modeling in the field of finance and investment is also considered.

**Keywords:** ontological modeling, investment activity, investment company, semantics, ontology.

**For citation:** Ivashchuk Yu.S., Orlyanskaya N.P., Teshev V.A. Development of the investment activity knowledge based on ontological modeling // Bulletin of the Adyghe State University, series "Economics". 2023. No. 2 (320). P. 90-98 (in Russian). DOI: 10.53598/2410-3683-2023-2-320-90-98.

В настоящее время тема инвестиций необычайно актуальна. Действительно, подчас без инвестиций невозможны разработка и внедрение инноваций. Они, в свою очередь, задают вектор социального и экономического развития, т.к. в настоящее время наиболее прибыльными предприятиями становятся те, которые ориентированы на производство и использование инноваций в своей деятельности [4].

Основным субъектом, осуществляющим наибольшее количество инвестиционных операций, являются инвестиционные компании. Инвестиционные компании аккумулируют крупные средства мелких инвесторов, которые в конечном счете направлены на развитие производства. За счет ценных бумаг они финансируют различные отрасли экономики, поэтому в развитых странах они обеспечены поддержкой со стороны государства [4]. Инвестиционные компании работают с большим объемом разнородных данных, включая информацию о клиентах компании, различных типах активов, а также проводят соответствующую аналитику, связанную с консультационным прогнозированием, с целью привлечения новых клиентов и оценки финансовых рисков (рис.1) [4].



Рис.1 — Схема управления инвестиционной деятельностью предприятия

Для автоматизации инвестиционной деятельности компании применяют компьютерные системы. Проведем сравнительный анализ наиболее популярных из них и обобщим результаты исследования в табл.1. В табл. 1 включены информационные системы стабильно развивающиеся в течение 10 лет и более [1,5 – 6].

Таблица 1

*Сравнительный анализ фирменных компьютерных систем  
по автоматизации процессов инвестирования*

Наименование компьютерной системы	Фирма-разработчик сайта	Инструментарий	Имидж фирмы-разработчика (достижения)	Функциональные возможности
Альт Инвест	Альт <a href="http://www.alt.rcom.ru">http://www.alt.rcom.ru</a>	MS Excel	Более 10 лет на рынке ПО	<ul style="list-style-type: none"> <li>- планирование (продажи, затраты, инвестиции, налоги);</li> <li>- учет существующих активов и обязательств;</li> <li>- настройка режима налогообложения;</li> <li>- стандартная отчетность;</li> <li>- прогноз налоговых платежей;</li> <li>- генерация отчетов для включения;</li> <li>- финансовый анализ;</li> <li>- расчет рентабельности, устойчивости; ликвидности;</li> <li>- анализ чувствительности, сценарии.</li> </ul>
Аналитик	Инэк <a href="http://www.inec.ru">http://www.inec.ru</a>	MS Excel, VBA	Популярна в кредитных организациях и банках	<ul style="list-style-type: none"> <li>- генерирует поэтапный сценарий инвестиций;</li> <li>- учитывает специфику кредитной организации;</li> <li>- нормативы российского бухучета;</li> <li>- интуитивно понятный поиск исходных данных на основе производственных планов и стандартов учета;</li> <li>- проработанность методик.</li> </ul>
АСУ-Инвест	ГК «Проектная ПРАКТИКА» <a href="https://pmpractice.ru/">https://pmpractice.ru/</a>	Корпоративная цифровая платформа	Более 10 лет на рынке ПО Сертификаты ФСТЭК Реестр отечественного ПО Роспатент	<ul style="list-style-type: none"> <li>- управление инвестициями крупных компаний и государственных учреждений;</li> <li>- стандарты мировых практик в области инвестиционного, портфельного, программного и проектного управления;</li> <li>- обеспечивает менеджера информацией в режиме реального времени для своевременного принятия решений.</li> </ul>
Бест: Управление Инвестициями	Компания «БЕСТ»	Технологическая платформа 1С	1С: Центр компетенции по документообороту 1 место среди фирм-франчайзи г. Астрахань	<ul style="list-style-type: none"> <li>- инвестиционные проекты для производственных и энергетических предприятий;</li> <li>- единая база инвестиционных проектов;</li> <li>- мониторинг жизненного цикла;</li> <li>- расчёт экономической эффективности;</li> <li>- балансировка инвестиционной программы.</li> </ul>
Comfar III Expert	UNIDO <a href="http://www.unido.org">http://www.unido.org</a>	MS Excel, VBA	Логотип ООН рекомендация Комитета промышленного развития	<ul style="list-style-type: none"> <li>- система отображения исходных данных в виде динамично раскрываемого дерева;</li> <li>- сопровождение пользователя по процедуре анализа с подбором на выбор методики, последовательности работ и форму отчетности.</li> </ul>
ProjectExpert 6	«Про-Инвест Консалтинг» <a href="http://www.pro-invest.com">http://www.pro-invest.com</a>	MS Excel, VBA	Наиболее распространенная программа в России	<ul style="list-style-type: none"> <li>- многоязычность;</li> <li>- вариативность использования, т.е. выбор инструментов и методик экспертом-пользователем;</li> <li>- предоставляет большие возможности и предъявляет высокие требования к пользователю.</li> </ul>

Механизм работы фирменных программных продуктов по автоматизации инвестиционной деятельности можно представить схематически на рис. 2.



Рис.2 — Схема работы инвестиционных фирменных программных продуктов

Входной информацией служат производственные показатели, маркетинговый план, схема возможного финансирования проекта. Результаты анализа представляются в стандартных финансовых отчетах. При этом используются достаточно идентичные подходы и методики расчета. Хотя, как видно из табл. 1, есть некоторые особенности, которыми фирменные решения по автоматизации инвестирования отличаются друг от друга [6].

Большинство фирменных систем инвестиционного анализа сводят все манипуляции с данными только для формирования финансовых расчетов, так как они трудоемки и больше всего нуждаются в применении вычислительной техники. Вместе с тем анализ требований пользователей показывает, что этого недостаточно для подготовки бизнес-плана и принятия решения в области инвестиций. В настоящее время область применения лишь некоторых комплексных систем не ограничивается финансовыми расчетами, в той или иной мере они соответствуют конъюнктурным требованиям менеджера. Как видно из таблицы, большинство фирменных программных продуктов создано на основании табличных моделей и реализовано в MS Excel. Это придает им универсальность и позволяет работать без дополнительных затрат на среду разработки системы. Кроме того, известно, что электронные таблицы прекрасно совместимы с программными продуктами фирмы «1С», например, с «1С: Бухгалтерия». Их преимуществом также можно назвать прозрачность и понятность пользователю табличных моделей, наглядность методик расчета и возможность исправления неточностей.

Вместе с тем такие программные продукты выполняют ограниченный набор статистических и финансовых расчетов. В основном это расчёт затрат и ожидаемой прибыли от инвестирования, аналитические функции представлены в них слабо либо отсутствуют [6]. Табличные модели и их компьютерная реализация в настоящее время не могут решить всех необходимых вопросов по автоматизации современной инвестиционной деятельности.

В качестве альтернативы рассмотрим гибкий инструментарий моделирования баз знаний — построение онтологий. Преимуществом онтологических моделей

в качестве способа представления знаний, с одной стороны, является их формальная структура, а это как известно, значительно упрощает их машинное представление и обработку. Кроме того, эти модели предоставляют возможность работы с семантикой. В последнее время благодаря онтологии стали доступны более новые технологии анализа и извлечения знаний. Например, на основе фактов, извлеченных из базы данных, с помощью логических правил генерируется новое утверждение, что значительно расширяет функциональность аналитических систем. На сегодняшний день, используя такой подход, можно моделировать создание и развитие базы знаний для инвестиционной компании. Это позволит сократить время на поиск нужной информации и предоставит возможность быстро получить ответы на типовые вопросы. База знаний может использоваться как:

- механизм для продвижения бизнеса;
- инструмент поиска вариантов;
- чат для общения сотрудников с клиентами;
- сервис по обмену знаниями между подразделениями или сотрудниками компании.

Практически каждая компания на определенном этапе своей инвестиционной деятельности сталкивается с необходимостью накапливать знания для сотрудников.

База знаний содержит всю важную информацию, распределив ее по тематическим разделам, что позволяет объединить знания отдельных сотрудников в корпоративные знания и сохранить их в одной области.

Для реализации базы знаний не логично использовать реляционный подход. Известно, что реляционный подход предусматривает хранение знаний в процедурной форме, а при изменении структуры источников или состава интегральных запросов требуется программирование с участием человека [2, 3]. В настоящее время для повышения интеллектуализации операций поиска данных в однородных и разнородных информационных массивах и передачи данных между массивами используется описание семантики предметных областей в виде онтологии. Этот подход используется в концепции семантической паутины, предложенной Тимом Бернесом Ли, и позволяет реализовать, что невозможно сделать с классическими реляционными и нереляционными базами данных.

В частности, общий словарь описания информационных ресурсов способствует более точному соответствию между понятием и его обозначением, а значит, процесс поиска будет эффективным.

Кроме того, анализ взаимосвязей понятий позволяет осуществлять интерпретацию поискового запроса и распределение результатов поиска по выработанным интерпретациям [1]. Онтология генерирует структурированный указатель на ресурсы, предоставляет интерфейс для навигации, интуитивно понятный пользователю, помогает в случае нечеткой формулировки запроса организовать поиск с использованием указателя. Полезны семантические описания для тематического расширения или углубления рамок поиска тем, которые могут предлагать более общий взгляд на предметную область, смежные понятия. Таким образом, компьютерная система, созданная на основе предложенной модели, позволит пользователю детализировать запрос, подскажет, наведет на мысль о необходимости добавления более общих или более частных понятий.

При разработке модели есть возможность спецификации схемы базы данных и ее описание представить как онтологию.

Знания, разнородные по формату, т.е. данные, созданные в различных приложениях, могут быть интегрированы в базу знаний посредством онтологии.

При этом пользователями интегрированной информации могут быть не только люди, но и программные агенты. Независимо от вида потребителя интегрированной информации, возможны два варианта:

- общая онтология, которая описывает все информационные ресурсы;
- свои онтологии у каждого потребителя, между элементами онтологий установлены соответствия.

Онтология автоматизирует семантическую обработку базы с последующим логическим выводом, что порождает генерацию новых знаний. Например:

- инструментарий логического вывода используется для автоматической классификации объектов;
- интеграция онтологии с правилами применительно к инвестиционной политике может использоваться для поддержки принятия решений в области инвестирования.

С помощью онтологии возможна визуализация информации для поддержки аналитических функций [1].

Таким образом, для повышения интеллектуализации процесса обработки данных в рамках инвестиционной деятельности необходимо в связи с указанными выше преимуществами реализовать базу знаний, основанную на онтологическом моделировании.

Механизм разработки онтологии в общем случае следующий:

- инициирование особых понятий предметной области (основные компоненты);
- установка отношений между понятиями;
- построение иерархии терминов;
- выбор инструментации моделирования;
- концептуализация на выбранном языке (семантическая сеть) [1, 5 — 6];
- визуализация данных.

Инструментарием онтологического моделирования выбран язык OWL (Semantic WebActivity), диалект языка OWL-DL вследствие следующих его достоинств:

- наглядность графического представления онтологии;
- поддержка в существующих системах описания знаний;
- перспективы распространения в будущем как международного стандарта онтологического моделирования.

Компьютерная реализация модели выполнена в виде проекта Protege (известный прототип OpenSource). Этот проект представляет широкие функциональные возможности для решения задач автоматизированного построения и интеграции разнородных онтологий. При разработке онтологической модели использовалась модель данных RDF. Как известно, атомарная единица RDF-триплет «Субъект — Предикат — Объект», который представлен в виде RDF-графа. При этом вершина его — это субъект или объект, дуги — предикаты. Триплет является экземпляром элемента некоторого бинарного отношения.

Инициированием особых понятий предметной области в Protege является иерархия классов. Она описывается с помощью формальных конструкций. (рис.3).

Из рис.3 видно, что классы в онтологии организованы в иерархию типа «подкласс-суперкласс». В выбранном инструментарии эти зависимости устанавливаются системой логического вывода (Reasoner).

Затем для выделения особых понятий предметной области и установки отношений между ними необходимо произвести наполнение классов индивидами (экземплярами классов). Процесс определения индивидов при помощи редактора индивидов (фактов) представлен на рис.4:

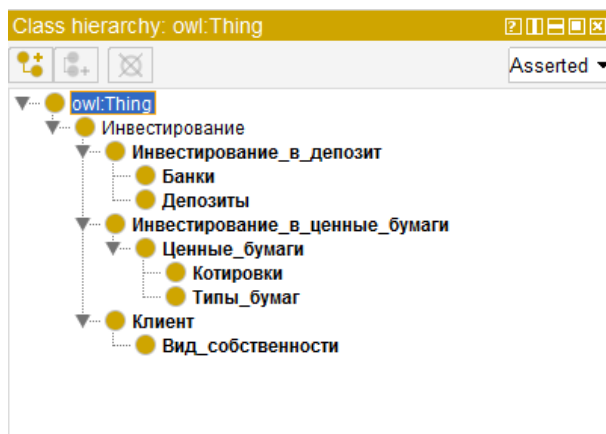


Рис.3 — Иерархия классов онтологической модели базы знаний инвестиционной деятельности предприятия

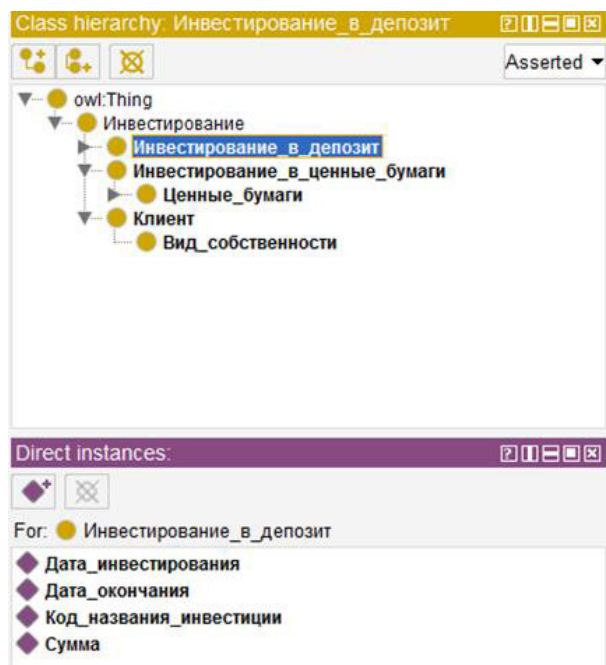


Рис.4 — Индивиды классов онтологической модели базы знаний инвестиционной деятельности предприятия

Установка отношений между понятиями в выбранном редакторе реализуются через Свойства (rdf:Property)

На рис.5 показаны свойства объектов онтологической модели базы знаний инвестиционной деятельности предприятия.

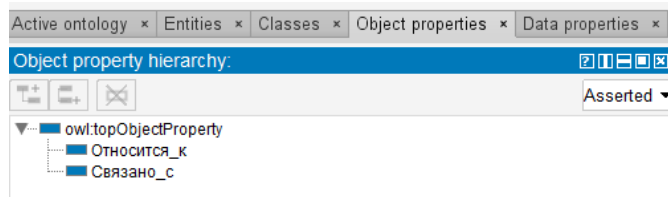


Рис.5 — Свойства объектов классов онтологической модели базы знаний инвестиционной деятельности предприятия



Процесс визуализация данных при помощи выбранного инструментария (рис.6) выполнен в виде семантического графа, вершины которого — классы и индивиды, а ребра — отношения между ними.

В рамках написания статьи была разработана база знаний предметной области инвестирования на основе онтологической модели. Разумеется, модель носит общий характер, подлежит дальнейшей декомпозиции и уточнению. Моделирование — начальный этап системного анализа предметной области.

Научная значимость работы заключается в создании онтологической модели, описывающей инвестиционную деятельность компании. Практическая значимость заключается в возможности дальнейшего использования онтологической модели при разработке экспертных и аналитических систем для инвестиционных компаний. Авторами разработана программная реализация предложенной модели в информационной системе, которая проходит апробацию в организации.

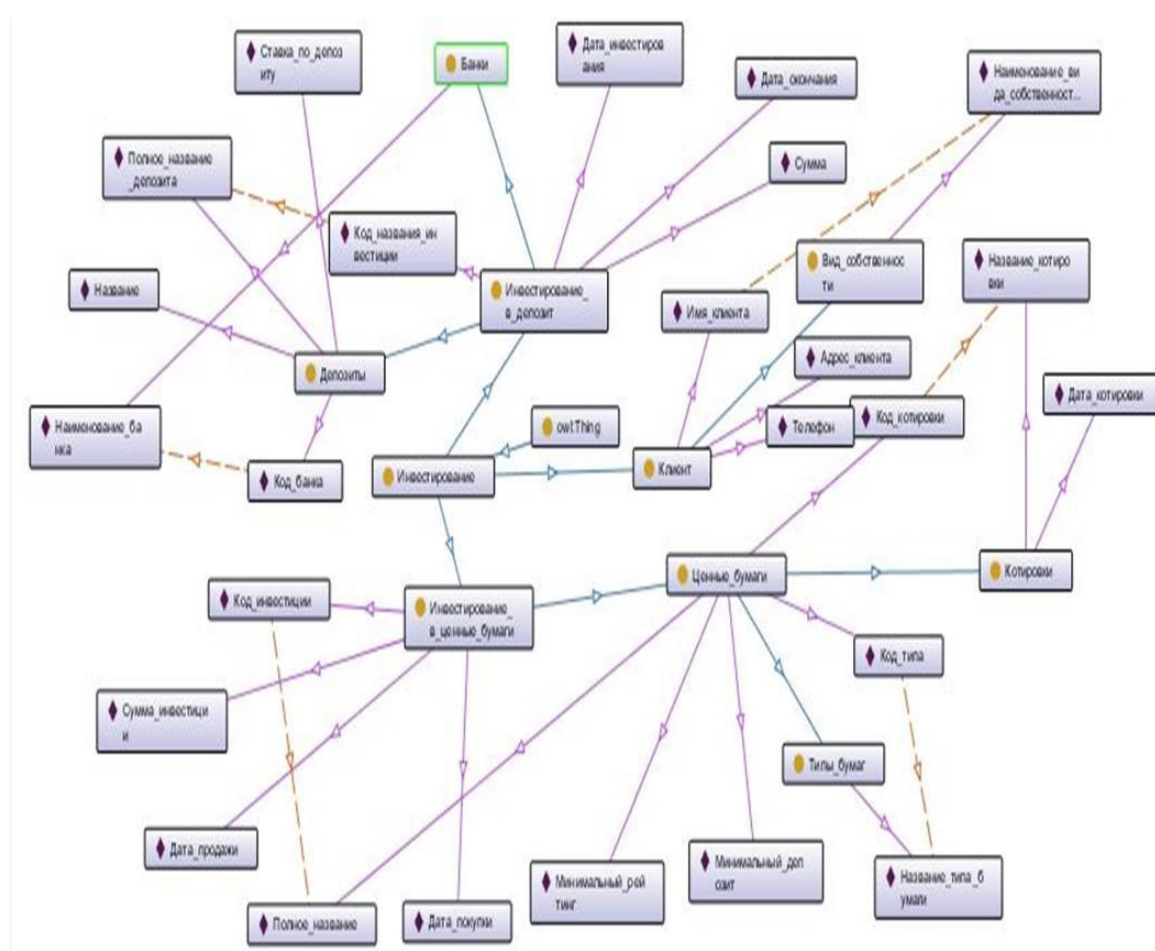


Рис.6 — Семантический граф онтологической модели базы знаний инвестиционной деятельности предприятия

#### Примечания:

1. Онтологическое моделирование подготовки: методы и технологии: монография / отв. ред. С. В. Горшков. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. 236 с.

2. Орлянская Н.П., Нагоев А.В. Разработка математической модели информационной системы учета работы автотранспорта // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2007. № 8. С. 26-30.



3. Орлянская Н.П., Иващук Ю.С., Медведская Л.В. Совершенствование функционирования подразделений механизации предприятий АПК на основе разработки комплекса моделей и использования экономико-математических методов и инструментальных средств // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 75. С. 19-24.

4. Подшиваленко Г.П., Лахметкина Н.И., Макарова М.В. Инвестиции: учеб. пособие. М.: КНОРУС, 2019. 350 с.

5. Симанков В.С., Тарасов Е.С. Подходы к автоматизации процедур получения и обработки экспертных знаний на основе моделей интеллектуального анализа данных // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 84. С. 383-394. URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/77.pdf>

6. Шориков А.Ф., Буценко Е.В. Экспертная система инвестиционного проектирования. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekspertnaya-sistema-investitsionnogo-proektirovaniya>.

#### References:

1. Ontological training modeling: methods and technology: monograph / edit. С.В. Gorshkov. Ekaterinburg: Publishing Ural University, 2019. 236 p.

2. Orlyanskaya N.P., Nagoev A.V. Development of mathematical information accounting system for the work of vehicles // Works of the Kuban State Agrarian University. 2007. № 8. P. 26-30.

3. Orlyanskaya N.P., Ivashuk U.S., Medvedskaya L.V. Improving of functioning of mechanization units on the basis of the development of a set of models and the use of economic and mathematical methods and tools // Works of the Kuban State Agrarian University. 2018. № 75. P. 19-24.

4. Podshivalenko G.P., Lakhmetkina N.I., Makarova M.V. Investments: textbook. М.: КНОРУС, 2019. 350 p.

5. Simankov V.S., Tarasov E.S. Automation procedure methods for obtaining expert knowledge processing based on data mining models // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2018. № 84. P. 383-394. URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/77.pdf>.

6. Shorikov A.F., Butsenko E.V. Investment project expert system. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekspertnaya-sistema-investitsionnogo-proektirovaniya>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 01.06.2023; одобрена после рецензирования 08.06.2023; принята к публикации 15.06.2023.

The authors declare no conflicts of interests.

The paper was submitted 01.06.2023; approved after reviewing 08.06.2023; accepted for publication 15.06.2023.

© Ю.С. Иващук, Н.П. Орлянская, В.А. Тешев