

РАЗДЕЛ II. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ

doi 10.17072/1994-9960-2019-1-20-50

УДК 004.8 (075.8)

ББК 32.965

JEL Code C45, C87, C88, D83, D87

**ОТКРЫТАЯ ПЕРСОНАЛЬНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ  
РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ АДАПТИВНЫХ МЕТОДИК ОЦЕНКИ  
ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ  
И КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ****Евгений Вениаминович Луценко<sup>a</sup>**ORCID ID: [0000-0002-2742-0502](https://orcid.org/0000-0002-2742-0502), Researcher ID: [S-8667-2018](https://orcid.org/S-8667-2018), e-mail: [prof.lutsenko@gmail.com](mailto:prof.lutsenko@gmail.com)**Анна Владимировна Коваленко<sup>b</sup>**ORCID ID: [0000-0002-3991-3953](https://orcid.org/0000-0002-3991-3953), Researcher ID: [P-1166-2015](https://orcid.org/P-1166-2015), e-mail: [savanna-05@mail.ru](mailto:savanna-05@mail.ru)**Елена Каримовна Печурина<sup>a</sup>**ORCID ID: [0000-0002-4130-1673](https://orcid.org/0000-0002-4130-1673), Researcher ID: [F-1347-2019](https://orcid.org/F-1347-2019), e-mail: [geskov@mail.ru](mailto:geskov@mail.ru)**Махамет Али Хусеевич Уртенев<sup>b</sup>**ORCID ID: [0000-0002-0252-6247](https://orcid.org/0000-0002-0252-6247), Researcher ID: [G-4342-2013](https://orcid.org/G-4342-2013), e-mail: [urtenovmax@mail.ru](mailto:urtenovmax@mail.ru)<sup>a</sup> Кубанский государственный аграрный университет (Россия, 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13)<sup>b</sup> Кубанский государственный университет (Россия, 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)

Достоверная оценка финансового состояния предприятия необходима как для самих предприятий, чтобы своевременно принять антикризисные меры и не допустить неблагоприятного развития событий, так и для инвесторов и кредиторов, для которых риск банкротства финансируемого предприятия связан с риском невозврата инвестиций и кредитов. Следовательно, существует настоятельная необходимость в разработке инструментария, позволяющего достоверно оценить инвестиционную привлекательность и кредитоспособность предприятия. Однако в ходе исследования выявлены четыре группы проблем, препятствующих доступу предприятий к таким технологиям и методикам: 1) отсутствие методик достоверной оценки рисков кредитования различных предприятий; 2) высокая стоимость услуг по разработке и адаптации методик оценки рисков кредитования; 3) невозможность приобрести данную технологию для самостоятельного использования; 4) высокая сложность и трудоемкость разработки необходимых для этой технологии математических моделей, реализующих их алгоритмов и структур данных, а также программно-инструментария, обеспечивающего возможность практического применения этих моделей. Авторами обосновано, что решение указанных проблем возможно путем применения в качестве технологии разработки адаптивных методик оценки риска кредитования предприятий новой инновационной технологии искусственного интеллекта – автоматизированного системно-когнитивного анализа, оснащенного собственным программным инструментарием персонального уровня – интеллектуальной системой «Эйдос» (открытое программное обеспечение). Новизна исследования заключается в разработке открытой персональной интеллектуальной технологии создания адаптивных методик оценки инвестиционной привлекательности и кредитоспособности предприятий на основе применения автоматизированного системно-когнитивного анализа и системы «Эйдос», что позволяет использовать авторский подход для исследования широкого спектра социально-экономических систем и процессов. Полученные результаты, имеющие научно-прикладное значение мирового масштаба, состоят в разработке открытой персональной технологии, позволяющей создавать на ее основе новые методики оценки рисков кредитования предприятий с использованием инструментария автоматизированного системно-когнитивного анализа первичной финансово-экономической информации об их хозяйственной деятельности, в создании среды для применения этих методик на практике в адаптивном режиме. Приводится подробный численный пример применения автоматизированного системно-когнитивного анализа в качестве технологии создания методики оценки рисков кредитования. Перспективы исследования состоят в создании адаптивных методик оценки рисков кредитования, учитывающих специфику хозяйственной деятельности предприятий, их локализацию, особенности и динамику внешней среды.

*Ключевые слова:* автоматизированный системно-когнитивный анализ, экономико-математические модели, программный продукт, интеллектуальная система «Эйдос», достоверность оценки, финансовое состояние предприятия, риски кредитования, кредитоспособность предприятия, инвестиционная привлекательность предприятия, банкротство.



**OPEN PERSONAL INTELLECTUAL TECHNOLOGY  
FOR DEVELOPMENT AND APPLICATION OF ADAPTIVE METHODS  
OF ASSESSMENT OF INVESTMENT ATTRACTIVENESS AND  
CREDITWORTHINESS OF ENTERPRISES**

**Evgeny V. Lutsenko<sup>a</sup>**

ORCID ID: [0000-0002-2742-0502](https://orcid.org/0000-0002-2742-0502), Researcher ID: [S-8667-2018](https://orcid.org/S-8667-2018), e-mail: [prof.lutsenko@gmail.com](mailto:prof.lutsenko@gmail.com)

**Anna V. Kovalenko<sup>b</sup>**

ORCID ID: [0000-0002-3991-3953](https://orcid.org/0000-0002-3991-3953), Researcher ID: [P-1166-2015](https://orcid.org/P-1166-2015), e-mail: [savanna-05@mail.ru](mailto:savanna-05@mail.ru)

**Elena K. Pechurina<sup>a</sup>**

ORCID ID: [0000-0002-4130-1673](https://orcid.org/0000-0002-4130-1673), Researcher ID: [F-1347-2019](https://orcid.org/F-1347-2019), e-mail: [geskov@mail.ru](mailto:geskov@mail.ru)

**Mahamet A. Kh. Urtenov<sup>b</sup>**

ORCID ID: [0000-0002-0252-6247](https://orcid.org/0000-0002-0252-6247), Researcher ID: [G-4342-2013](https://orcid.org/G-4342-2013), e-mail: [urtenovmax@mail.ru](mailto:urtenovmax@mail.ru)

<sup>a</sup> Kuban State Agrarian University (13, Kalinina st., Krasnodar, 350044, Russia)

<sup>b</sup> Kuban State University (149, Stavropol'skaya st., Krasnodar, 350040, Russia)

Reliable assessment of the economic and financial activities of enterprises is important both for enterprises in order to take adequate measures in advance to get out of the crisis, and for investors and creditors, for whom the risk of bankruptcy of the financed enterprise is directly related to the risk of default on investments or loans. Thus, a reliable tool for assessing the risks of crediting to enterprises is necessary as it will allow assessing the investment attractiveness and creditworthiness of an enterprise. However, several problems due to which a company can not access the application of such techniques have been revealed during the study: 1) lack of methods for reliable assessment of credit risks of various enterprises; 2) high cost of services for development and adaptation of the credit risk assessment methods; 3) inability to purchase this technology for self-use; 4) high complexity and laboriousness of the development of mathematical models necessary for this technology implementing their algorithms and data structures, as well as software tools that provide the possibility of practical application of these models. The authors have substantiated that the problems mentioned above can be solved by applying a new innovation technology of artificial intelligence – automated system-cognitive analysis equipped with its own software tools of personal level – intellectual system “Eidos” (open software). The technology will be used as a form of adaptive methods for assessing the crediting risk of enterprises. The novelty of the study concerns the development of an open personal intellectual technology for creating adaptive techniques for the assessment of investment attractiveness and creditworthiness of an enterprise on the basis of the automated system-cognitive analysis and “Eidos” system. It allows using the original approach for the study of a huge range of social and economic systems and processes. The results obtained during the study have scientific and applied significance and lie in the development of an open personal technology that allows creating new methods for an enterprise’s crediting risk assessment on its basis with the tools of an automated system-cognitive analysis of initial financial data about an enterprise economic activity. They also concern the development of an environment for the application of these techniques in practice in an adaptive regime. A detailed numerical example of the use of the automated system-cognitive analysis as a technology for creating a method of crediting risk assessment is provided in the article. Further studies will concern the development of adaptive methods of crediting risk assessment that will consider the specifics of economic activity of enterprises, their localization, characteristics and dynamics of the external environment.

*Keywords: automated system-cognitive analysis, economic-mathematical models, software product, intellectual system “Eidos”, assessment reliability, financial condition of an enterprise, crediting risks, an enterprise’s creditworthiness, investment attractiveness of an enterprise, bankruptcy.*

## Введение

**В** современных экономических условиях развития страны значительно возрастает роль повышения инвестиционной привлекательности государства в целом, его регионов и конкретных предприятий. Достоверная оценка экономической и финансовой дея-

тельности предприятий важна как для самих предприятий, чтобы заблаговременно принять адекватные меры для выхода из кризисного состояния, так и для инвесторов и кредиторов, для которых риск банкротства финансируемого предприятия прямо связан с риском невозврата инвестиций или кредитов. В связи с этим мож-

но утверждать, что существует настоятельная необходимость в разработке инструментария, позволяющего достоверно оценить инвестиционную привлекательность и кредитоспособность предприятия.

Существующие зарубежные методики оценки рисков кредитования на основе анализа экономической и финансовой деятельности предприятий слабо отражают российскую специфику и при их применении в России имеют неприемлемо низкую достоверность. Во-первых, различаются условия хозяйствования в России и за рубежом, во-вторых, источником информации выступает бухгалтерская отчетность, составленная по разным стандартам. Российские организации формируют бухгалтерскую отчетность по российским стандартам бухгалтерского учета (РСБУ), а зарубежные компании – в соответствии с международными стандартами финансовой отчетности (МСФО) или общепринятыми принципами бухгалтерского учета (GAAP) [1]. Например, в Германии отчет о прибылях и убытках имеет вертикальную форму и составляется в затратном и функциональном форматах [2; 3]. Во Франции для представления отчета о прибылях и убытках используют две формы – вертикальную и горизонтальную, а основным подходом при его формировании является концепция производства, где в качестве базы взят показатель произведенной валовой продукции за отчетный год [3; 4]. В США отчет о прибылях и убытках может иметь две формы – одноступенчатую и многоступенчатую. При использовании одноступенчатой формы, которая отличается простотой, все доходы и расходы группируются отдельно и разница между ними составляет чистую прибыль [3; 5]. В-третьих, одной из основных отличительных особенностей зарубежной практики оценки инвестиционной привлекательности и кредитоспособности предприятий является использование эталонных значений показателей, соответствующих либо общеизвестным предприятиям по экономике в целом, либо по отраслям [6–11], что также неприемлемо для оценки российских предприятий. В качестве же сходства

в российской и зарубежной практиках оценки инвестиционной привлекательности и кредитоспособности предприятий можно отметить использование основных четырех групп показателей анализа финансового состояния предприятия – ликвидности (*liquidity ratios*), финансовой устойчивости (*financial leverage, leverage ratios*), рентабельности (*profitability ratios*), оборачиваемости или эффективности (*efficiency ratios*). Причем основные направления и содержание анализа финансовых показателей в России и за рубежом в целом сопоставимы. Отличия наблюдаются только по показателям финансовой устойчивости [6].

Анализ современных зарубежных методик достоверной оценки инвестиционной привлекательности и кредитоспособности предприятий, а также технологий, необходимых для разработки методики оценки рисков кредитования и их адаптации показывает наличие нескольких научно-практических направлений, таких как анализ отчетности предприятий для прогнозирования эффективности инвестиций (фундаментальный анализ) [12–14], модели прогнозирования банкротства аналогичные моделям Альтмана и Бивера [15–24], имитационные модели оценки финансовых показателей [25–33].

Таким образом, существующие зарубежные методики оценки рисков кредитования, основанные на анализе экономической и финансовой деятельности предприятий, не учитывают российскую специфику хозяйствования предприятий и, следовательно, имеют низкую достоверность. При этом нам не удалось обнаружить в открытой печати публикации, освещающие технологии разработки методик оценки рисков кредитования, адаптированные к российским условиям.

Что касается российских методик оценки рисков кредитования, то они, как правило, хорошо работают лишь в тех регионах России и на предприятиях тех объемов и направленности деятельности, для которых и на примере которых они были разработаны. Для других же регионов и типов предприятий они так же фактически неприменимы, как и зарубежные методики.

В работе [34] проведено численное сравнение различных зарубежных и отечественных методик прогнозирования банкротства предприятия на примере предприятий строительной отрасли. В результате было продемонстрировано, что наивысшей достоверностью обладает методика, созданная авторами этой работы с применением АСК-анализа. Следовательно, возникает первая проблема, препятствующая оценке рисков кредитования отечественных предприятий: *с одной стороны, необходимы методика достоверной оценки инвестиционной привлекательности и кредитоспособности предприятий различных типов и регионов, а с другой – подобные методики, как правило, отсутствуют.* Даже если предприятие применяет такую методику, со временем ее достоверность падает, т. е. она нуждается в адаптации к другому временному периоду из-за динамики предметной области. Кроме того, она не может быть эффективно использована в других регионах и для предприятий других типов, так как для этого необходимо локализовать и адаптировать методику, а это возможно только с применением той технологии, с помощью которой данная методика была разработана. Однако обладатели подобных технологий – разработчики методик оценки рисков кредитования, как правило, крайне неохотно делятся ими и поставляют предприятиям не технологии, а лишь результаты их использования, т. е. сами методики без технологии (инструментария и методики его применения), необходимой для их локализации и адаптации.

Казалось бы, обозначенную проблему можно решить, заказав разработку такой методики или ее локализацию и адаптацию тем фирмам и разработчикам, которые уже известны как обладатели необходимых для этого технологий, не раз продемонстрировавшие успешные разработки в этой области. Однако при более детальном исследовании этой возможности выясняется, что она иллюзорна по следующим основным причинам. Первая причина состоит в том, что таких фирм и разработчиков очень мало не только в России, но и в мире. Следовательно, фирмы, обла-

дающие технологией разработки методики оценки рисков кредитования, не могут насытить весь потенциальный рынок подобных услуг. Другими словами, спрос на эти услуги значительно превышает предложение, а значит, по законам ценообразования эти услуги весьма дороги и недоступны большинству потенциальных потребителей. Так возникает вторая проблема в оценке рисков кредитования отечественных предприятий: *обладатели технологии, необходимой для разработки методики оценки рисков кредитования, а также ее локализации и адаптации, существуют, но воспользоваться их услугами сложно, так как эти услуги слишком дороги.*

В этих условиях возникает мысль о том, что вторая проблема может быть решена просто путем приобретения этой технологии у тех, кто ею обладает. Однако, как отмечалось нами выше, это оказывается практически невозможным для большинства предприятий, так как технологией обычно вообще не торгуют (что в принципе, на наш взгляд, является правильным), а продают лишь результаты ее применения, т. е. сами методики прогнозирования рисков, созданные с помощью этой технологии. В любом случае цена технологии всегда значительно превышает цену результатов ее применения, поскольку она должна компенсировать возможные убытки от ее использования потенциальными заказчиками услуг, основанных на этой технологии, которые после ее приобретения не только выходят из числа заказчиков, но даже могут стать конкурентами. Примерно так стоимость автозавода на много порядков выше стоимости созданного на нем автомобиля. Так возникает третья проблема: *купить технологию разработки методик оценки рисков кредитования еще сложнее, чем заказать ее применение для разработки новой методики или локализации и адаптации уже существующей методики.*

В такой ситуации возникает вопрос о возможности самостоятельного создания технологии разработки методик оценки рисков кредитования, на основе которой будет создана необходимая для данного предприятия методика. Для этого необхо-



димо решить четвертую проблему, *которая состоит в высокой сложности и трудоемкости разработки необходимых для этой технологии математических моделей, реализующих их алгоритмов и структур данных, а также программного инструментария, обеспечивающего возможность применения этих моделей и алгоритмов на практике.* По существу, речь идет о реализации крупного инновационного проекта, предполагающего в том числе написание диссертации по специальности 08.00.13 – математические и инструментальные методы экономики.

По нашему мнению, сформулированные выше проблемы возможно решить путем применения в качестве технологии разработки адаптивных методик оценки риска кредитования предприятий новой инновационной технологии искусственного интеллекта – автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализа). Мы приводим подробный численный пример применения АСК-анализа как технологии создания методики оценки

рисков кредитования предприятий на основе анализа их финансово-хозяйственной деятельности.

Благодаря тому что АСК-анализ имеет свой программный инструментарий – интеллектуальную систему «Эйдос» (открытое программное обеспечение<sup>1</sup>), он представляет собой инновационный метод искусственного интеллекта персонального уровня, т.е. с очень низким, практически нулевым, порогом входа новых пользователей как по их финансовым возможностям, так и по компетенциям в области искусственного интеллекта.

### Краткая характеристика интеллектуальной системы «Эйдос»

Система «Эйдос» является популярным программным продуктом, который широко применяется во всем мире. На рис. 1 приведена карта мира с метками по уникальным IP-адресам пользователей, запускавших систему «Эйдос», а на рис. 2 – кластеры мест ее запусков, образованные по всем IP-адреса.

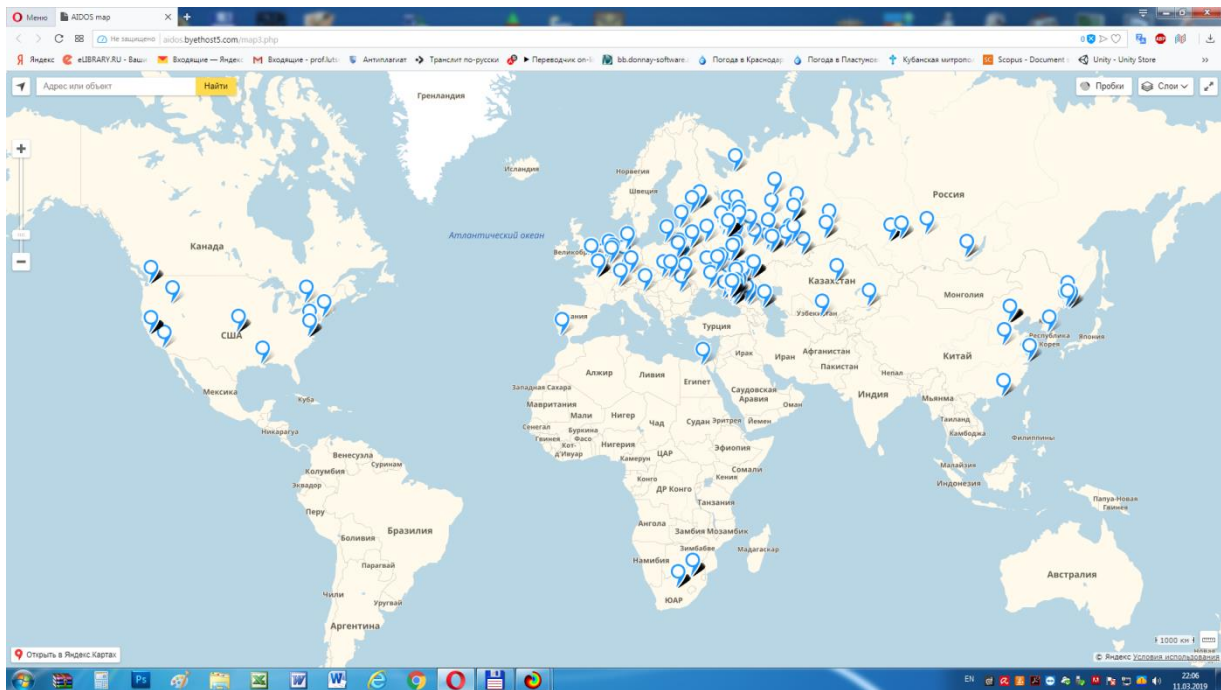
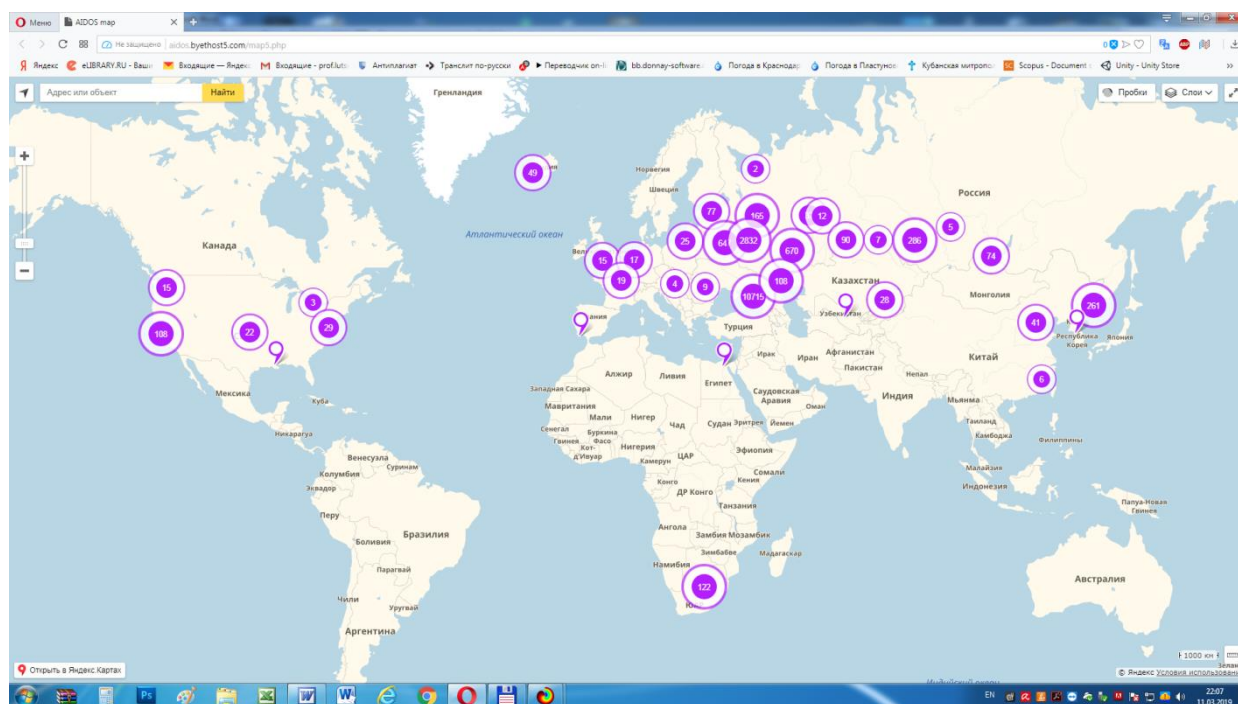


Рис. 1. Карта запусков системы «Эйдос» в мире по уникальным IP-адресам пользователей с 9 декабря 2016 г. по 3 марта 2019 г.

<sup>1</sup> Акт внедрения системы «Эйдос» 1987 г. URL: <http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/PR-4.htm> (дата обращения: 17.09.2018); Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная on-line среда «Эйдос» («Эйдос-online») / Е.В. Луценко. Свид. Роспатента РФ на программу для ЭВМ; заявка № 2017618053 от 07.08.2017; Гос. рег. № 2017661153; зарегистр. 04.10.2017. URL: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2017661153.jpg> (дата обращения: 20.01.2019).



**Рис. 2.** Кластеры мест запуска системы «Эйдос» в мире по всем IP-адресам пользователей с 9 декабря 2016 г. по 3 марта 2019 г.

Популярность системы «Эйдос» обусловлена тем, что она:

- разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области. Поэтому она является многоцелевой и может быть применена во многих предметных областях<sup>1</sup>;
- находится в полном открытом бесплатном доступе, причем с актуальными исходными текстами<sup>2</sup>;
- является одной из первых отечественных систем искусственного интеллекта персонального уровня, т. е. она не требует от пользователя специальной под-

готовки в области технологий искусственного интеллекта<sup>3</sup>;

- обеспечивает устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных очень большой размерности числовой и нечисловой природы, измеряемых в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения (т. е. не предъявляет жестких требований к данным, которые невозможно выполнить, а обрабатывает те данные, которые есть) [35];

- содержит большое количество локальных (поставляемых с инсталляцией) и облачных учебных и научных приложений (в настоящее время их 31 и 145 соответственно)<sup>4</sup>;

<sup>1</sup> *Теоретические основы, технология и инструментарий автоматизированного системно-когнитивного анализа (теория и метод количественного выявления в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных данных очень большой размерности числовой и нечисловой природы, измеряемых в различных типах шкал и единицах измерения).* URL: <http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm> (дата обращения: 17.09.2018).

<sup>2</sup> *Инструкция по скачиванию и установке системы «Эйдос».* URL: [http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm) (дата обращения: 17.09.2018); *Универсальная когнитивная аналитическая система «ЭЙДОС-X++», beta-version.* URL: [http://lc.kubagro.ru/\\_AIDOS-X.txt](http://lc.kubagro.ru/_AIDOS-X.txt) (дата обращения: 17.09.2018).

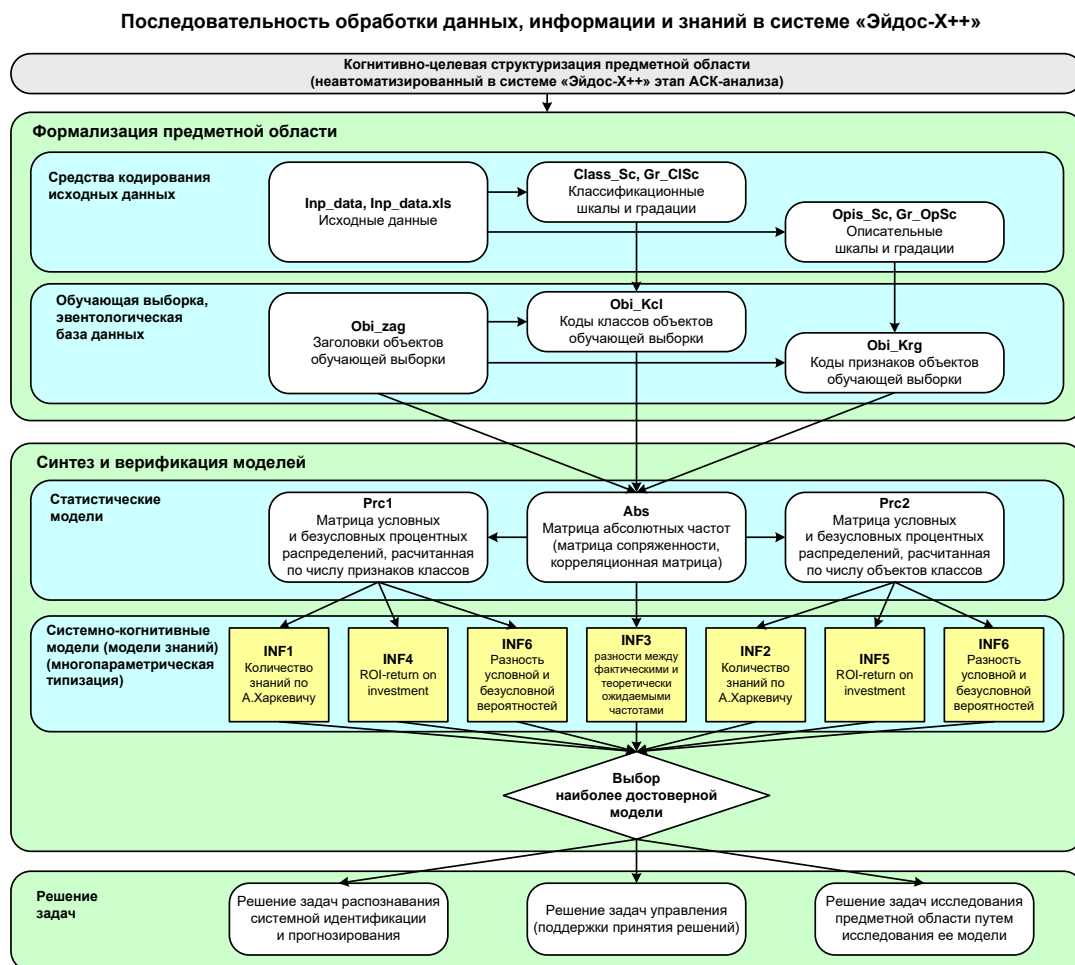
<sup>3</sup> *Акты внедрения и проведения научно-исследовательских работ.* URL: <http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/PR-4.htm> (дата обращения: 17.09.2018).

<sup>4</sup> *Персональная открытая масштабируемая мультиязычная интерактивная интеллектуальная on-line среда для обучения и научных исследований на базе АСК-анализа и системы «Эйдос».* URL: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation\\_Aidos-online.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf) (дата обращения: 17.09.2018).

- обеспечивает мультиязычную поддержку интерфейса на 44 языках. Языковые базы входят в инсталляцию и могут пополняться в автоматическом режиме;
- поддерживает *on-line* среду накопления знаний и широко используется во всем мире;
- наиболее трудоемкие в вычислительном отношении операции синтеза моделей и распознавания система реализует с помощью графического процессора (*GPU*). Это ускоряет решение некоторых задач в несколько тысяч раз, что обеспечивает интеллектуальную обработку больших баз данных, большой информации и больших знаний;
- обеспечивает преобразование исходных эмпирических данных в информацию, а ее в знания и решение с использованием этих знаний задач классификации,

поддержки принятия решений и изучения предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели, генерируя при этом очень большое количество табличных и графических выходных форм (за счет развитой когнитивной графики), у многих из которых нет никаких аналогов в других системах<sup>1</sup>.

Суть метода АСК-анализа и основа инструментальной работы системы «Эйдос» состоит в последовательном повышении степени формализации модели и преобразовании исходных данных в информацию, а ее в знания. И на основе этих знаний решаются задачи идентификации (расознавания, классификации и прогнозирования), поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем изучения ее модели (см. рис. 3 и 4).



**Рис. 3.** Логика синтеза модели и решения задач в системе «Эйдос»

<sup>1</sup> Примеры форм можно посмотреть в работе: Луценко Е.В., Лантнев В.Н., Сергеев А.Э. Системно-когнитивное моделирование в АПК: учеб. пособие. Краснодар: Экоинвест, 2018. 518 с. URL: [http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18\\_LLS/aidos18\\_LLS.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18_LLS/aidos18_LLS.pdf) (дата обращения: 17.09.2018).

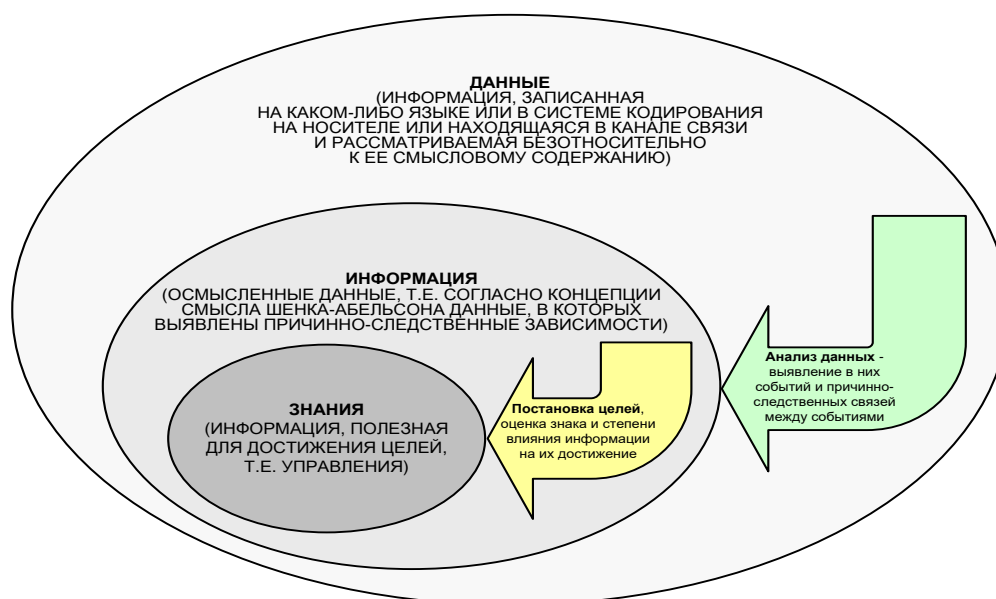


Рис. 4. Соотношение понятий «данные», «информация», «знания»

Далее рассмотрим численный пример применения АСК-анализа и системы «Эйдос» в качестве технологии разработки методики прогнозирования риска банкротства (риска кредитования).

**Разработка методики оценки рисков кредитования: этапы и результаты применения АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос»**

**Р**ассмотрим этапы АСК-анализа [36]:

1. Когнитивно-целевая структуризация предметной области.
2. Формализация предметной области (конструирование классификационных и описательных шкал и градаций и подготовка обучающей выборки).
3. Синтез моделей предметной области<sup>1</sup>.
4. Оценка достоверности (верификация) системы моделей предметной области.
5. Повышение достоверности системы моделей, в т. ч. адаптация и пересинтез этих моделей.
6. Решение задач идентификации, прогнозирования и поддержки принятия решений.

7. Изучение объекта моделирования (процесса, явления) путем исследования его моделей: кластерно-конструктивный анализ классов и факторов; содержательное сравнение классов факторов; изучение системы детерминации состояний моделируемого объекта, нелокальные нейроны и интерпретируемые нейронные сети прямого счета; построение классических когнитивных моделей (когнитивных карт); построение интегральных когнитивных моделей (интегральных когнитивных карт), когнитивных функций.

Рассмотрим подробнее выполнение этапов АСК-анализа.

**На этапе когнитивно-целевой структуризации предметной области** разработчик интеллектуального приложения решает, что он собирается прогнозировать и на основе каких данных. В задаче, решаемой в данной статье, в результате прогнозирования должна быть получена оценка риска банкротства предприятия, и это должно быть сделано на основе стандартной и имеющейся в распоряжении разработчика информации о финансово-экономическом состоянии предприятия.

**На этапе формализации предметной области** сначала должны быть сконструированы классификационные и описательные шкалы и градации, а затем с их

<sup>1</sup> В настоящее время система «Эйдос» обеспечивает поддержку 3 статистических и 7 системно-когнитивных моделей.



использованием должны быть закодированы исходные данные, в результате чего будут получены база событий и обучающая (тренировочная) выборка. Эти базы, по сути, представляют собой нормализованные базы исходных данных.

Для разработки адаптивной методики оценки рисков кредитования использованы реальные данные о финансово-экономическом состоянии 59 предприятий Краснодара и Краснодарского края за 2004 г. по следующим 15 показателям (см. табл. 1) [37]:

- L1 – быстрый коэффициент ликвидности;
- L3 – коэффициент покрытия запасов;
- P1 – текущий коэффициент ликвидности;
- F1 – коэффициент финансовой зависимости;
- F2 – коэффициент автономии собственных средств;
- F3 – коэффициент обеспеченности запасов собственными оборотными средствами;
- F4 – индекс постоянного актива;
- A2 – оборачиваемость активов;
- A4 – оборачиваемость кредиторской задолженности;

A5 – оборачиваемость дебиторской задолженности;

A6 – оборачиваемость запасов;

R1 – общая рентабельность;

R2 – рентабельность активов;

R3 – рентабельность собственного капитала;

R4 – рентабельность продукции (продаж).

Источником исходных данных является монография [37], а также работы [38–41]<sup>1</sup>. В исходных данных приведены финансово-экономические показатели 19 предприятий, которые по результатам экспертных оценок находятся в кризисном предбанкротном состоянии, 20 нормально работающих предприятий, а также 20 предприятий, состояние которых надо оценить на основе создаваемой модели, отражающей взаимосвязь финансово-экономических показателей с кризисным и нормальным состояниями предприятий.

Из этических соображений наименования кризисных и нормально работающих предприятий тренировочной выборки не указываются. Из-за ограниченности объема статьи в табл. 1 приведен фрагмент исходных данных<sup>2</sup>.

Таблица 1

**Исходные данные для оценки риска кредитования предприятий в системе «Эйдос» (фрагмент)**

Источник данных	Группа	L1	L3	P1	F1	F2	F3
01-Кризис	<i>Кризис</i>	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	<b>-4,00</b>
02-Кризис	<i>Кризис</i>	0,50	127,00	0,70	4,00	0,48	<b>-0,67</b>
03-Кризис	<i>Кризис</i>	0,38	44,00	0,23	2,80	0,06	<b>-0,98</b>
04-Кризис	<i>Кризис</i>	0,09	107,00	0,27	2,50	0,22	<b>-0,94</b>
05-Кризис	<i>Кризис</i>	0,49	8,62	0,47	3,05	0,22	<b>-1,96</b>
***	***	***	***	***	***	***	***
20-Норма	<i>Норма</i>	1,40	313,00	1,00	0,00	0,85	1,13
21-Норма	<i>Норма</i>	3,00	600,00	3,00	1,03	1,00	4,00
22-Норма	<i>Норма</i>	2,56	467,00	2,32	0,02	0,99	2,46
23-Норма	<i>Норма</i>	1,92	577,00	2,83	0,02	0,96	3,55
24-Норма	<i>Норма</i>	2,94	562,00	2,64	0,35	0,99	3,49
25-Норма	<i>Норма</i>	1,96	528,00	1,90	0,44	0,92	2,44
***	***	***	***	***	***	***	***
40-Норильский Никель	<i>Норильский Никель</i>	0,80	153,00	2,12	1,45	0,70	0,46
41-Аэрофлот (1 кв. 2004)	<i>Аэрофлот (1 кв. 2004)</i>	1,00	644,00	1,31	1,40	0,41	0,90
42-Аэрофлот (2 кв. 2004)	<i>Аэрофлот (2 кв. 2004)</i>	1,27	551,00	1,59	0,82	0,52	1,60
43-Автоваз (4 кв. 2003)	<i>Автоваз (4 кв. 2003)</i>	0,46	32,30	1,00	1,35	0,43	<b>-1,70</b>

<sup>1</sup> См. также: Коваленко А.В., Уртенев М.Х., Узденов У.А. Математические основы финансово-экономического анализа. М., 2010. Ч. 1. Многомерный статистический анализ. 304 с.

<sup>2</sup> Данные в полном объеме размещены на ftp-сервере системы «Эйдос». URL: [http://aidos.byethost5.com/Source\\_data\\_applications/Applications-000130/Inp\\_data.xls](http://aidos.byethost5.com/Source_data_applications/Applications-000130/Inp_data.xls) (дата обращения: 17.09.2018).

Курсивом в табл. 1 выделена классификационная шкала с градацией по классам, обобщенные образы которых формируются в модели, и далее с ними сравниваются конкретные предприятия.

В табл. 2 приведены полученные в результате формализации предметной области классификационные шкалы и градации, в табл. 3 – описательные шкалы и градации, в табл. 4 – база событий, а на рис. 6 – обучающая выборка.

Отметим, что сама формализация предметной области в системе «Эйдос» полностью автоматизирована и выполняется универсальным программным интерфейсом импорта данных из внешних источников данных (API) в специальном режиме (рис. 5), что является существенным преимуществом перед имеющимися на сегодняшний день системами оценки экономической и финансовой деятельности предприятий, в том числе и системой «КОФЭС\_01».

Таблица 2  
Классификационные шкалы и градации адаптивной методики оценки рисков кредитования предприятий на основе их финансово-экономических показателей в системе «Эйдос»

Код	Наименование
1	ГРУППА-Норильский Никель
2	ГРУППА-Автоваз (1 кв. 2004)
3	ГРУППА-Автоваз (2 кв. 2004)
4	ГРУППА-Автоваз (4 кв. 2003)
5	ГРУППА-Аэрофлот (1 кв. 2004)
6	ГРУППА-Аэрофлот (2 кв. 2004)
7	ГРУППА-БИС (1 кв. 2004)
8	ГРУППА-БИС (2 кв. 2004)
9	ГРУППА-Дор бизнесцентр (1 кв. 2004)
10	ГРУППА-Дорсервис (2 кв. 2004)
<b>11</b>	<b>ГРУППА-Кризис</b>
12	ГРУППА-Лукойл (1 кв. 2004)
13	ГРУППА-Лукойл (4 кв. 2003)
14	ГРУППА-ММК (1 кв. 2004)
15	ГРУППА-ММК (2 кв. 2004)
<b>16</b>	<b>ГРУППА-Норма</b>
17	ГРУППА-ОШ (2 кв. 2004)
18	ГРУППА-РТК - Лизинг (1 кв. 2004)
19	ГРУППА-РТК - Лизинг (3 кв. 2004)
20	ГРУППА-СЗТ (3 кв. 2004)
21	ГРУППА-УСИ (1 кв. 2004)
22	ГРУППА-УСИ (2 кв. 2004)

Таблица 3

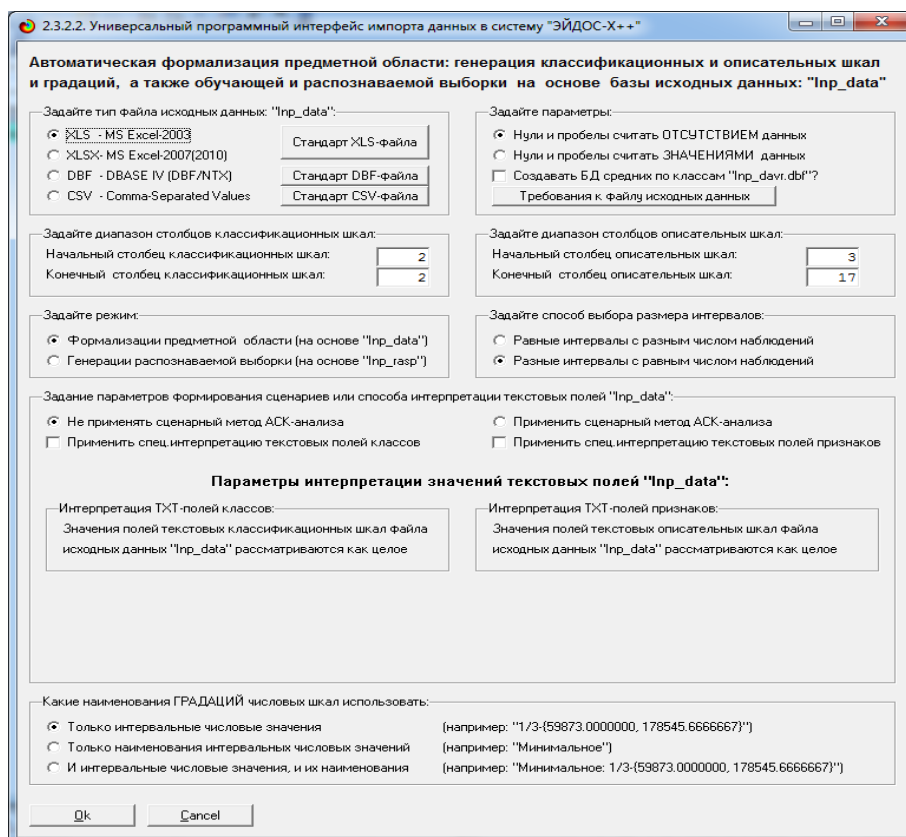
Описательные шкалы и градации адаптивной методики оценки рисков кредитования предприятий на основе их финансово-экономических показателей в системе «Эйдос» (фрагмент)

Код	Наименование
1	L1-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-1/5-{0.0600000, 0.8180000}
2	L1-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-2/5-{0.8180000, 1.5760000}
3	L1-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-3/5-{1.5760000, 2.3340000}
4	L1-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-4/5-{2.3340000, 3.0920000}
5	L1-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-5/5-{3.0920000, 3.8500000}
6	L3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-1/5-{8.6200000, 135.6960000}
7	L3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-2/5-{135.6960000, 262.7720000}
8	L3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-3/5-{262.7720000, 389.8480000}
9	L3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-4/5-{389.8480000, 516.9240000}
10	L3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-5/5-{516.9240000, 644.0000000}
11	P1-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-1/5-{0.0300000, 1.0240000}
12	P1-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-2/5-{1.0240000, 2.0180000}
13	P1-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-3/5-{2.0180000, 3.0120000}
14	P1-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-4/5-{3.0120000, 4.0060000}
15	P1-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-5/5-{4.0060000, 5.0000000}
16	F1-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-1/5-{0.0200000, 0.8160000}
17	F1-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-2/5-{0.8160000, 1.6120000}
18	F1-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-3/5-{1.6120000, 2.4080000}
19	F1-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-4/5-{2.4080000, 3.2040000}
20	F1-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-5/5-{3.2040000, 4.0000000}
21	F2-КОЭФФ.АВТОН.СОБСТ.СРЕДСТВ-1/5-{0.0600000, 0.2480000}
22	F2-КОЭФФ.АВТОН.СОБСТ.СРЕДСТВ-2/5-{0.2480000, 0.4360000}
23	F2-КОЭФФ.АВТОН.СОБСТ.СРЕДСТВ-3/5-{0.4360000, 0.6240000}

Таблица 4

**База событий адаптивной методики оценки рисков кредитования предприятий на основе их финансово-экономических показателей в системе «Эйдос» (фрагмент)**

Группа	Классификационная шкала (группа) и описательные шкалы (15 финансово-экономических показателей анализа состояния предприятия)															
	Гр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
01-Кризис	11	–	–	–	18	–	26	33	–	–	–	–	56	61	66	73
02-Кризис	11	1	6	11	20	23	28	35	36	41	46	51	57	61	67	73
03-Кризис	11	1	6	11	19	21	28	34	36	41	46	51	56	61	66	73
04-Кризис	11	1	6	11	19	21	28	35	36	41	46	51	57	61	67	73
05-Кризис	11	1	6	11	19	21	27	34	36	41	46	51	56	61	66	73
06-Кризис	11	1	6	11	20	22	27	35	36	41	46	51	56	61	67	73
07-Кризис	11	1	6	11	20	22	27	34	36	41	46	51	56	61	66	73
08-Кризис	11	1	6	11	20	22	28	34	–	41	46	51	56	61	66	73
09-Кризис	11	1	6	11	20	21	27	33	36	41	46	51	57	61	66	73
10-Кризис	11	1	6	11	20	21	27	33	–	41	46	51	56	61	66	73
11-Кризис	11	1	6	11	20	21	28	35	36	41	46	51	56	61	66	73
12-Кризис	11	1	6	11	20	21	27	34	36	41	46	51	57	61	67	73
13-Кризис	11	1	6	11	19	22	27	34	36	41	46	51	56	61	66	73
14-Кризис	11	1	6	11	20	23	27	33	36	41	46	51	56	61	67	73
15-Кризис	11	1	6	11	20	22	27	33	36	41	46	51	56	61	66	73
16-Кризис	11	1	6	11	18	21	27	35	36	41	46	51	56	61	67	73
17-Кризис	11	1	6	11	19	22	28	35	36	41	46	51	56	61	67	73
18-Кризис	11	1	6	11	20	21	27	35	36	41	46	51	56	61	67	73
19-Кризис	11	1	6	11	20	21	27	35	36	41	46	51	57	61	66	73
20-Норма	16	2	8	11	–	25	29	–	36	41	46	51	58	62	67	73
21-Норма	16	4	10	13	17	25	30	32	36	43	47	51	60	62	69	74
22-Норма	16	4	9	13	16	25	30	31	36	41	46	51	60	62	68	74



**Рис. 5.** Главная экранная форма универсального программного интерфейса импорта данных из внешних источников данных (API) (режим 2.3.2.2) в системе «Эйдос»

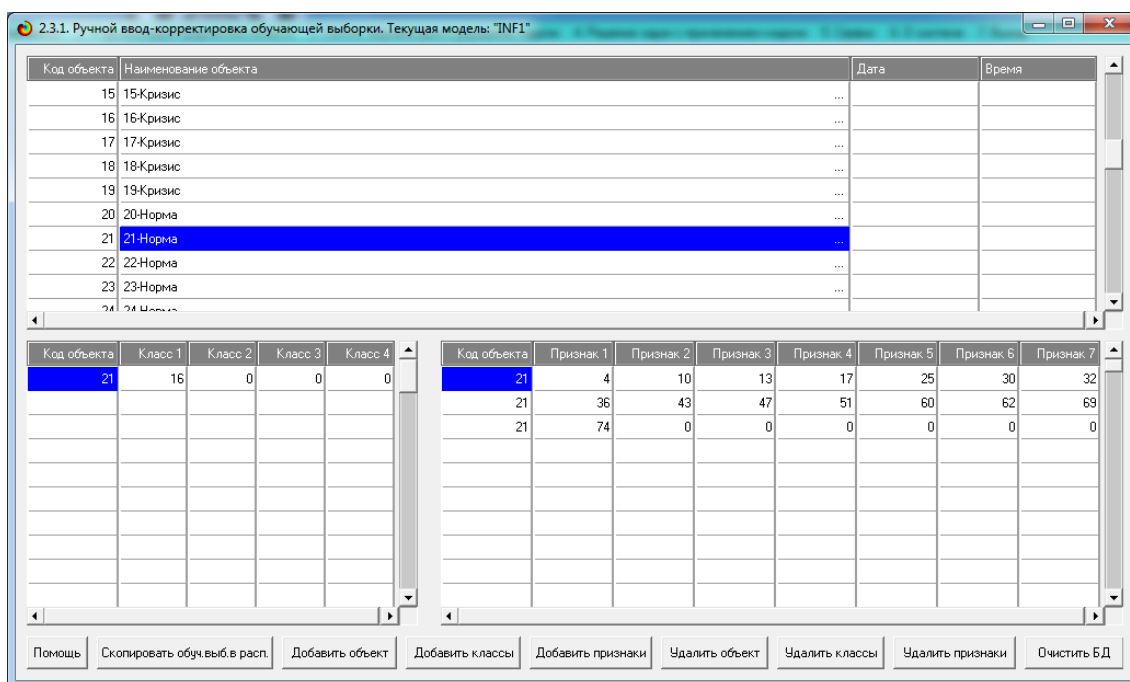


Рис. 6. Обучающая выборка в системе «Эйдос» (фрагмент)

Результаты формализации предметной области создают все необходимые и достаточные условия для выполнения следующего этапа АСК-анализа.

На этапе синтеза системы моделей предметной области система «Эйдос» генерирует 3 статистические и 7 системно-когнитивных моделей (рис. 7).

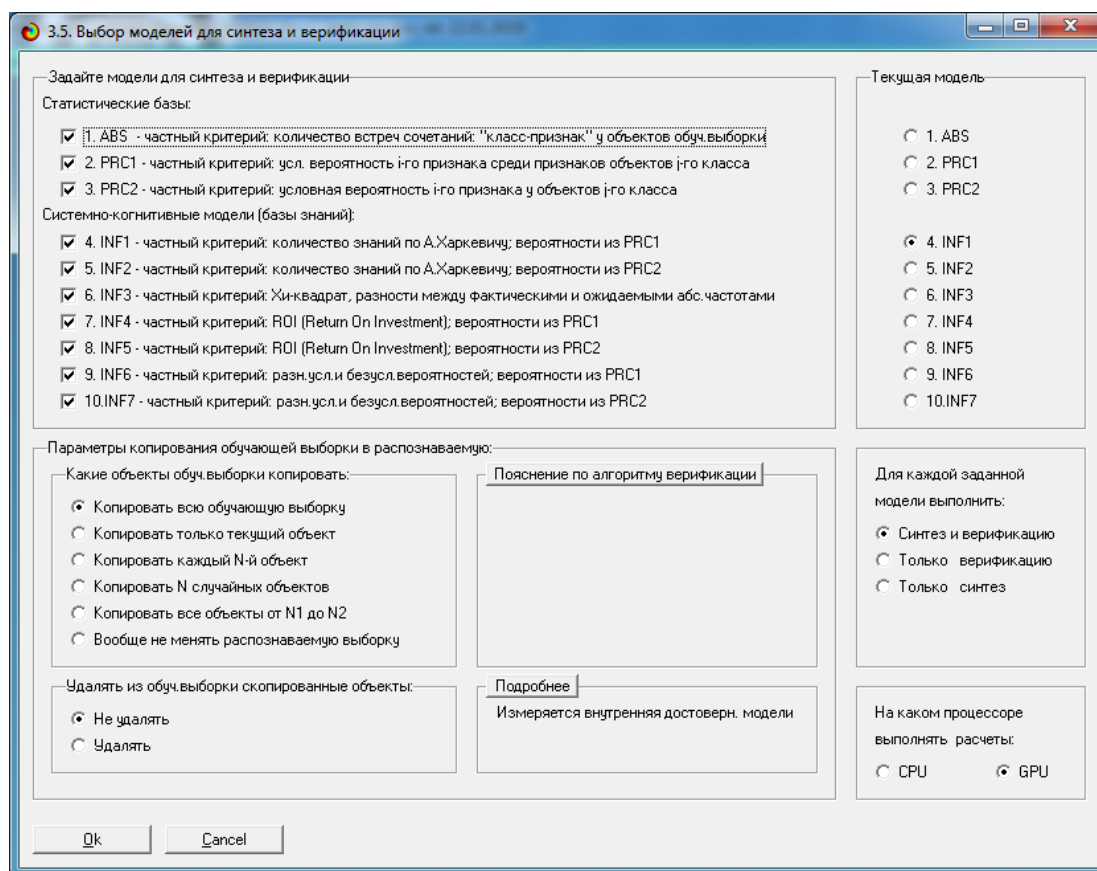


Рис. 7. Главная экранная форма режима синтеза и верификации моделей в системе «Эйдос»



При выполнении этого режима непосредственно на основе эмпирических данных рассчитывается матрица абсолютных частот (табл. 5), на основе которой

формируются матрицы условных и безусловных процентных распределений (табл. 6).

Таблица 5

**Матрица абсолютных частот системы «Эйдос»**

		Классы					Сумма
		1	...	<i>j</i>	...	<i>W</i>	
Значения факторов	1	$N_{11}$		$N_{1j}$		$N_{1W}$	
	...						
	<i>i</i>	$N_{i1}$		$N_{ij}$		$N_{iW}$	$N_{i\Sigma} = \sum_{j=1}^W N_{ij}$
	...						
	<i>M</i>	$N_{M1}$		$N_{Mj}$		$N_{MW}$	
Суммарное количество признаков по классу				$N_{\Sigma j} = \sum_{i=1}^M N_{ij}$			$N_{\Sigma\Sigma} = \sum_{i=1}^W \sum_{j=1}^M N_{ij}$
Суммарное количество объектов обучающей выборки по классу				$N_{\Sigma j}$			$N_{\Sigma\Sigma} = \sum_{j=1}^W N_{\Sigma j}$

Таблица 6

**Матрица условных и безусловных процентных распределений системы «Эйдос»**

		Классы					Безусловная вероятность признака
		1	...	<i>j</i>	...	<i>W</i>	
Значения факторов	1	$P_{11}$		$P_{1j}$		$P_{1W}$	
	...						
	<i>i</i>	$P_{i1}$		$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{\Sigma j}}$		$P_{iW}$	$P_{i\Sigma} = \frac{N_{i\Sigma}}{N_{\Sigma\Sigma}}$
	...						
	<i>M</i>	$P_{M1}$		$P_{Mj}$		$P_{MW}$	
Безусловная вероятность класса				$P_{\Sigma j}$			

Уточним, что в АСК-анализе и его программном инструментарии – интеллектуальной системе «Эйдос» – используется два способа расчета матриц условных и безусловных процентных распределений.

В качестве  $N_{\Sigma j}$  используется суммарное количество:

- 1) признаков по классу;

- 2) объектов обучающей выборки по классу.

На основе табл. 5 или 6 с использованием частных критериев, приведенных в табл. 7, рассчитываются матрицы системно-когнитивных моделей (табл. 8).

В табл. 9, 10 и 11 приведены примеры некоторых созданных моделей.

## Различные аналитические формы частных критериев знаний системы «Эйдос»

Наименование модели знаний и частный критерий	Выражение для частного критерия через частоты	
	Относительные	Абсолютные
ABS, матрица абсолютных частот	–	$N_{ij}$
PRC1, матрица условных и безусловных процентных распределений, в качестве $N_{\Sigma j}$ используется суммарное количество признаков по классу	–	$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{\Sigma j}}$
PRC2, матрица условных и безусловных процентных распределений, в качестве $N_{\Sigma j}$ используется суммарное количество объектов обучающей выборки по классу	–	$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{\Sigma j}}$
INF1, частный критерий: количество знаний по А. Харкевичу, 1-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество признаков по $j$ -му классу. Вероятность того, что если у объекта $j$ -го класса обнаружен признак, то это $i$ -й признак	$I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{N_{ij}N}{N_i N_j}$
INF2, частный критерий: количество знаний по А. Харкевичу, 2-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу. Вероятность того, что если предъявлен объект $j$ -го класса, то у него будет обнаружен $i$ -й признак	$I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{N_{ij}N}{N_i N_j}$
INF3, частный критерий: <b>Хи-квадрат</b> : разности между фактическими и теоретически ожидаемыми абсолютными частотами	–	$I_{ij} = N_{ij} - \frac{N_i N_j}{N}$
INF4, частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество признаков по $j$ -му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}N}{N_i N_j} - 1$
INF5, частный критерий: ROI – Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}N}{N_i N_j} - 1$
INF6, частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 1-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество признаков по $j$ -му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$
INF7, частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 2-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$

Обозначения:  $i$  – значение прошлого параметра;  $j$  – значение будущего параметра;  $N_{ij}$  – количество встреч  $j$ -го значения будущего параметра при  $i$ -м значении прошлого параметра;  $M$  – суммарное число значений всех прошлых параметров;  $W$  – суммарное число значений всех будущих параметров;  $N_i$  – количество встреч  $i$ -м значения прошлого параметра по всей выборке;  $N_j$  – количество встреч  $j$ -го значения будущего параметра по всей выборке;  $N$  – количество встреч  $j$ -го значения будущего параметра при  $i$ -м значении прошлого параметра по всей выборке;  $I_{ij}$  – частный критерий знаний: количество знаний в факте наблюдения  $i$ -го значения прошлого параметра о том, что объект перейдет в состояние, соответствующее  $j$ -му значению будущего параметра;  $\Psi$  – нормировочный коэффициент [44], преобразующий количество информации в формуле А. Харкевича в биты и обеспечивающий для нее соблюдение принципа соответствия с формулой Р. Хартли;  $P_i$  – безусловная относительная частота встречи  $i$ -го значения прошлого параметра в обучающей выборке;  $P_{ij}$  – условная относительная частота встречи  $i$ -го значения прошлого параметра при  $j$ -м значении будущего параметра.

Таблица 8

**Матрица системно-когнитивной модели системы «Эйдос»**

		Классы					Значимость фактора
		1	...	j	...	W	
Значения факторов	1	$I_{11}$		$I_{1j}$		$I_{1W}$	$\sigma_{1\Sigma} = \sqrt{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{1j} - \bar{I}_1)^2}$
	...						
	i	$I_{i1}$		$I_{ij}$		$I_{iW}$	$\sigma_{i\Sigma} = \sqrt{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{ij} - \bar{I}_i)^2}$
	...						
M	$I_{M1}$		$I_{Mj}$		$I_{MW}$	$\sigma_{M\Sigma} = \sqrt{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{Mj} - \bar{I}_M)^2}$	
Степень редукции класса		$\sigma_{\Sigma 1}$		$\sigma_{\Sigma j}$		$\sigma_{\Sigma W}$	$H = \sqrt{\frac{1}{(W \cdot M - 1)} \sum_{j=1}^W \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I})^2}$

Таблица 9

**Матрица абсолютных частот адаптивной методики оценки рисков кредитования предприятий на основе их финансово-экономических показателей в системе «Эйдос» (фрагмент)**

Код	Наименование	Кризис	Норма
1	Л1-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-1/5-{0.0600000, 0.8180000}	18	0
2	Л1-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-2/5-{0.8180000, 1.5760000}	0	2
3	Л1-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-3/5-{1.5760000, 2.3340000}	0	9
4	Л1-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-4/5-{2.3340000, 3.0920000}	0	9
5	Л1-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-5/5-{3.0920000, 3.8500000}	0	0
6	Л3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-1/5-{8.6200000, 135.6960000}	18	0
7	Л3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-2/5-{135.6960000, 262.7720000}	0	0
8	Л3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-3/5-{262.7720000, 389.8480000}	0	6
9	Л3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-4/5-{389.8480000, 516.9240000}	0	7
10	Л3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-5/5-{516.9240000, 644.0000000}	0	7
11	Р1-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-1/5-{0.0300000, 1.0240000}	18	1
12	Р1-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-2/5-{1.0240000, 2.0180000}	0	7
13	Р1-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-3/5-{2.0180000, 3.0120000}	0	12
14	Р1-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-4/5-{3.0120000, 4.0060000}	0	0
15	Р1-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-5/5-{4.0060000, 5.0000000}	0	0
16	Ф1-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-1/5-{0.0200000, 0.8160000}	0	16
17	Ф1-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-2/5-{0.8160000, 1.6120000}	0	3
18	Ф1-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-3/5-{1.6120000, 2.4080000}	2	0
19	Ф1-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-4/5-{2.4080000, 3.2040000}	5	0
20	Ф1-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-5/5-{3.2040000, 4.0000000}	12	0
***	***	***	***
	Сумма числа признаков	275	298
	Среднее	4	4
	Среднеквадратичное отклонение	6	6
	Сумма числа объектов обучающей выборки	19	20

**Матрица условных и безусловных процентных распределений адаптивной методики оценки рисков кредитования предприятий на основе их финансово-экономических показателей в системе «Эйдос» (фрагмент)**

Код	Наименование	Кризис	Норма
1	LI-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-1/5-{0.0600000, 0.8180000}	94,7	0,0
2	LI-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-2/5-{0.8180000, 1.5760000}	0,0	10,0
3	LI-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-3/5-{1.5760000, 2.3340000}	0,0	45,0
4	LI-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-4/5-{2.3340000, 3.0920000}	0,0	45,0
5	LI-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-5/5-{3.0920000, 3.8500000}	0,0	0,0
6	L3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-1/5-{8.6200000, 135.6960000}	94,7	0,0
7	L3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-2/5-{135.6960000, 262.7720000}	0,0	0,0
8	L3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-3/5-{262.7720000, 389.8480000}	0,0	30,0
9	L3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-4/5-{389.8480000, 516.9240000}	0,0	35,0
10	L3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-5/5-{516.9240000, 644.0000000}	0,0	35,0
11	PI-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-1/5-{0.0300000, 1.0240000}	94,7	5,0
12	PI-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-2/5-{1.0240000, 2.0180000}	0,0	35,0
13	PI-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-3/5-{2.0180000, 3.0120000}	0,0	60,0
14	PI-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-4/5-{3.0120000, 4.0060000}	0,0	0,0
15	PI-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-5/5-{4.0060000, 5.0000000}	0,0	0,0
16	FI-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-1/5-{0.0200000, 0.8160000}	0,0	80,0
17	FI-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-2/5-{0.8160000, 1.6120000}	0,0	15,0
18	FI-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-3/5-{1.6120000, 2.4080000}	10,5	0,0
19	FI-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-4/5-{2.4080000, 3.2040000}	26,3	0,0
20	FI-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-5/5-{3.2040000, 4.0000000}	63,2	0,0
***	***	***	***
	Сумма	1447,4	1490,0
	Среднее	19,3	19,9
	Среднеквадратичное отклонение	33,2	31,5

**Матрица системно-когнитивной модели INF3 адаптивной методики оценки рисков кредитования предприятий на основе их финансово-экономических показателей в системе «Эйдос» (фрагмент)**

Код	Наименование	Кризис	Норма
1	LI-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-1/5-{0.0600000, 0.8180000}	8,802	<b>9,968</b>
2	LI-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-2/5-{0.8180000, 1.5760000}	<b>1,903</b>	<b>0,062</b>
3	LI-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-3/5-{1.5760000, 2.3340000}	<b>3,806</b>	4,875
4	LI-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-4/5-{2.3340000, 3.0920000}	<b>2,855</b>	5,907
5	LI-БЫСТР.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-5/5-{3.0920000, 3.8500000}	<b>0,634</b>	<b>0,687</b>
6	L3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-1/5-{8.6200000, 135.6960000}	11,339	<b>7,218</b>
7	L3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-2/5-{135.6960000, 262.7720000}	<b>1,586</b>	<b>1,719</b>
8	L3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-3/5-{262.7720000, 389.8480000}	<b>3,172</b>	2,563
9	L3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-4/5-{389.8480000, 516.9240000}	<b>2,220</b>	4,594
10	L3-КОЭФФ.ПОКР.ЗАПАСОВ-5/5-{516.9240000, 644.0000000}	<b>3,806</b>	2,875
11	PI-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-1/5-{0.0300000, 1.0240000}	9,753	<b>7,937</b>
12	PI-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-2/5-{1.0240000, 2.0180000}	<b>5,075</b>	1,501
13	PI-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-3/5-{2.0180000, 3.0120000}	<b>4,441</b>	7,188
14	PI-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-4/5-{3.0120000, 4.0060000}	0,000	0,000
15	PI-ТЕК.КОЭФФ.ЛИКВИДНОСТИ-5/5-{4.0060000, 5.0000000}	<b>0,634</b>	<b>0,687</b>
16	FI-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-1/5-{0.0200000, 0.8160000}	<b>7,612</b>	7,751



Код	Наименование	Кризис	Норма
17	FI-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-2/5-{0.8160000, 1.6120000}	3,806	1,125
18	FI-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-3/5-{1.6120000, 2.4080000}	0,731	1,375
19	FI-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-4/5-{2.4080000, 3.2040000}	3,097	2,062
20	FI-КОЭФФ.ФИН.ЗАВИСИМОСТИ-5/5-{3.2040000, 4.0000000}	8,194	4,125
***	***	***	***
	Сумма	0,000	0,000
	Среднее	0,000	0,000
	Среднеквадратичное отклонение	4,605	4,420

Следующий этап – *оценка достоверности (верификация) моделей предметной области* – осуществляется путем решения задачи идентификации объектов обучающей выборки с использованием двух интегральных критериев – суммы знаний и семантического резонанса знаний.

1-й интегральный критерий – «Сумма знаний» – представляет собой суммарное количество знаний, содержащееся в системе значений факторов различной природы, характеризующих сам объект управления, управляющие факторы и окружающую среду, свидетельствующее о переходе объекта в будущие целевые или нежелательные состояния.

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний:

$$I_j = (\bar{I}_{ij}, \bar{L}_i). \quad (1)$$

В выражении (1) круглыми скобками обозначено скалярное произведение. В координатной форме это выражение имеет вид

$$I_j = \sum_{i=1}^M I_{ij} L_i, \quad (2)$$

где  $M$  – количество градаций описательных шкал (признаков);

$\bar{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$  – вектор состояния  $j$ -го класса;

$\bar{L}_i = \{L_i\}$  – вектор состояния распознаваемого объекта (массив-локатор), т. е.:

$$\bar{L}_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{ фактор действует;} \\ n, & \text{где } n > 0, \\ \text{если } i - \text{ й фактор действует с истинностью } n; \\ 0, & \text{если } i - \text{ фактор не действует.} \end{cases}$$

В текущей версии системы «Эйдос-Х++» значения координат вектора состояния распознаваемого объекта принимались равными либо 0, если признака нет, или  $n$ , если он присутствует у объекта с интенсивностью  $n$ , т.е. представлен  $n$  раз.

2-й интегральный критерий – «Семантический резонанс знаний» – представляет собой нормированное суммарное количество знаний, содержащееся в системе факторов различной природы, характеризующих сам объект управления, управляющие факторы и окружающую среду, о переходе объекта в будущие целевые или нежелательные состояния.

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний и имеет вид

$$I_j = \frac{1}{\sigma_j \sigma_l M} \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I}_j) (L_i - \bar{L}), \quad (3)$$

где  $M$  – количество градаций описательных шкал (признаков);

$\bar{I}_j$  – средняя информативность по вектору класса;

$\bar{L}$  – среднее по вектору объекта;

$\sigma_j$  – среднеквадратичное отклонение частных критериев знаний вектора класса;

$\sigma_l$  – среднеквадратичное отклонение по вектору распознаваемого объекта.

Результаты оценки достоверности моделей в F-метрике Ван Ризбергена и ее нечетких мультиклассовых обобщениях, инвариантных относительно объема выборки [45], приводятся на рис. 8, 9 и 10 соответственно.

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Всего логических объектов выборки	Число истинно-положительных решений (TP)	Число истинно-отрицательных решений (TN)	Число ложно-положительных решений (FP)	Число ложно-отрицательных решений (FN)	Точность модели	Полнота модели	F-мера Ван Ризбергера
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Корреляция абс. частот с обр...	59	59	172	1067		0.052	1.000	0.100
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Сумма абс. частот по признак...	59	59	13	1226		0.046	1.000	0.088
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн. частот с о...	59	59	172	1067		0.052	1.000	0.100
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн. частот по призна...	59	59	13	1226		0.046	1.000	0.088
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн. частот с о...	59	59	172	1067		0.052	1.000	0.100
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн. частот по призна...	59	59	13	1226		0.046	1.000	0.088
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	59	58	661	558	1	0.094	0.983	0.172
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	59	58	45	1194	1	0.046	0.983	0.088
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	59	58	673	566	1	0.093	0.983	0.170
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	59	58	56	1183	1	0.047	0.983	0.089
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, разности между факти...	Семантический резонанс зна...	59	59	737	502		0.105	1.000	0.190
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, разности между факти...	Сумма знаний	59	59	737	502		0.105	1.000	0.190
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	59	58	910	329	1	0.150	0.983	0.260
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	59	59	37	1202		0.047	1.000	0.089
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	59	58	910	329	1	0.150	0.983	0.260
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	59	59	49	1190		0.047	1.000	0.090
9. INF6 - частный критерий: разн.усли и безусл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	59	58	495	744	1	0.072	0.983	0.135
9. INF6 - частный критерий: разн.усли и безусл.вероятностей; вер...	Сумма знаний	59	59	37	1202		0.047	1.000	0.089
10. INF7 - частный критерий: разн.усли и безусл.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	59	58	472	767	1	0.070	0.983	0.131
10. INF7 - частный критерий: разн.усли и безусл.вероятностей; ве...	Сумма знаний	59	59	49	1190		0.047	1.000	0.090

Рис. 8. Результаты оценки достоверности моделей в F-метрике Ван Ризбергера

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Сумма модуль... уровней ско... истинно-поло... решений (ST)	Сумма модуль... уровней ско... истинно-отри... решений (ST)	Сумма модуль... уровней ско... ложно-поло... решений (SFP)	Сумма модуль... уровней ско... ложно-отриц... решений (SFF)	S-Точность модели	S-Полнота модели	L1-мера проф. Е.В. Луценко
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Корреляция абс. частот с обр...	51.476	10.493	294.687		0.149	1.000	0.259
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Сумма абс. частот по признак...	36.877		58.564		0.386	1.000	0.557
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн. частот с о...	51.476	10.493	294.687		0.149	1.000	0.259
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн. частот по призна...	48.212		470.285		0.093	1.000	0.170
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн. частот с о...	51.476	10.493	294.687		0.149	1.000	0.259
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн. частот по призна...	47.216		460.285		0.093	1.000	0.170
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	40.659	86.880	84.101	0.262	0.326	0.994	0.491
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	20.003	2.809	118.496	0.045	0.144	0.998	0.252
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	40.553	86.708	83.586	0.252	0.327	0.994	0.492
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	19.831	2.716	117.350	0.040	0.145	0.998	0.253
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, разности между факти...	Семантический резонанс зна...	46.213	160.761	81.212		0.363	1.000	0.532
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, разности между факти...	Сумма знаний	34.106	44.324	10.218		0.769	1.000	0.870
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	42.542	114.410	52.361	0.076	0.448	0.998	0.619
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	6.626	0.127	26.584		0.200	1.000	0.333
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	42.353	114.031	52.117	0.068	0.448	0.998	0.619
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	6.519	0.122	25.998		0.200	1.000	0.334
9. INF6 - частный критерий: разн.усли и безусл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	43.049	59.716	117.656	0.070	0.268	0.998	0.422
9. INF6 - частный критерий: разн.усли и безусл.вероятностей; вер...	Сумма знаний	28.641	1.653	214.016		0.118	1.000	0.211
10. INF7 - частный критерий: разн.усли и безусл.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	43.007	59.205	116.760	0.057	0.269	0.999	0.424
10. INF7 - частный критерий: разн.усли и безусл.вероятностей; ве...	Сумма знаний	27.907	1.553	208.080		0.118	1.000	0.212

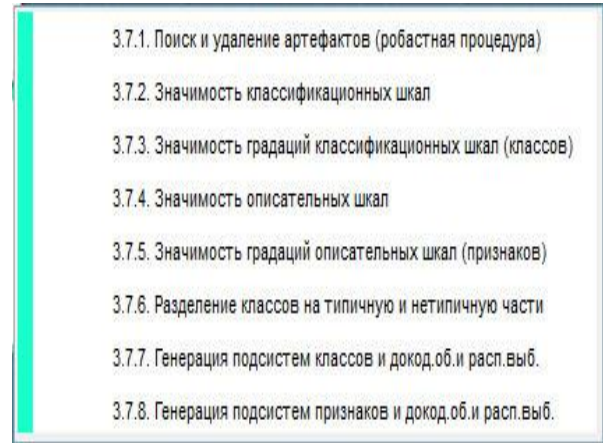
Рис. 9. Результаты оценки достоверности моделей в L1-метрике проф. Е.В. Луценко

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Средний модуль... уровней скоад... истинно-полож... решений	Средний модуль... уровней скоад... истинно-отрицат... решений	Средний модуль... уровней скоад... ложно-положит... решений	Средний модуль... уровней скоад... ложно-отрицат... решений	A-Точность модели A-Precision = ATR/A TP...	A-Полнота модели A-Recall = ATR/A TP...	L2-мера проф. Е.В. Луценко
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Корреляция абс. частот с обр...	0.872		0.276	0.061	0.760	1.000	0.863
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Сумма абс. частот по признак...	0.625		0.048	0.929	1.000	0.963	0.963
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн. частот с о...	0.872		0.276	0.061	0.760	1.000	0.863
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн. частот по призна...	0.817		0.384	0.681	1.000	0.810	0.810
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн. частот с о...	0.872		0.276	0.061	0.760	1.000	0.863
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн. частот по призна...	0.800		0.375	0.681	1.000	0.810	0.810
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	0.701	0.262	0.151	0.128	0.823	0.728	0.773
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	0.345	0.045	0.099	0.062	0.777	0.884	0.827
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	0.699	0.252	0.148	0.129	0.826	0.735	0.778
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	0.342	0.040	0.099	0.048	0.775	0.896	0.831
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, разности между факти...	Семантический резонанс зна...	0.783		0.162	0.218	0.829	1.000	0.906
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, разности между факти...	Сумма знаний	0.578	0.020	0.060	0.966	1.000	0.983	0.983
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	0.733	0.076	0.159	0.126	0.822	0.906	0.862
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	0.112	0.022	0.022	0.003	0.835	1.000	0.910
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	0.730	0.068	0.158	0.125	0.822	0.918	0.866
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	0.110	0.022	0.022	0.002	0.835	1.000	0.910
9. INF6 - частный критерий: разн.усли и безусл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	0.742	0.070	0.158	0.121	0.824	0.914	0.867
9. INF6 - частный критерий: разн.усли и безусл.вероятностей; вер...	Сумма знаний	0.485		0.178	0.045	0.732	1.000	0.845
10. INF7 - частный критерий: разн.усли и безусл.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	0.742	0.057	0.152	0.125	0.830	0.928	0.876
10. INF7 - частный критерий: разн.усли и безусл.вероятностей; ве...	Сумма знаний	0.473		0.175	0.032	0.730	1.000	0.844

Рис. 10. Результаты оценки достоверности моделей в L2-метрике проф. Е.В. Луценко

На рис. 10 видно, что системно-когнитивная модель INF3 обладает по L2-критерию очень высокой достоверностью 0,983. Поэтому в соответствии с логикой преобразования данных в информацию, а ее в знания, приведенной на рис. 3, задачи идентификации, принятия решений и исследования предметной области будем решать в этой модели. Для этого в режиме 5.6 системы «Эйдос» сделаем ее текущей.

**Этап повышения достоверности модели**, в т. ч. адаптация и пересинтез этих моделей, не представляется возможным подробно рассмотреть в формате научной статьи, но в системе «Эйдос» для этого реализовано довольно много возможностей. Прежде всего есть возможность задавать различные параметры формализации предметной области на экранной форме, приведенной на рис. 5, и последующих формах режима 2.3.3.3. Среди этих параметров наиболее важными являются число интервалов в числовых шкалах и их тип (равные они с разным числом наблюдений или адаптивные интервалы с равным числом наблюдений). Кроме того, есть целая подсистема 3.7, включающая несколько режимов, предназначенных для повышения достоверности модели (рис. 11).

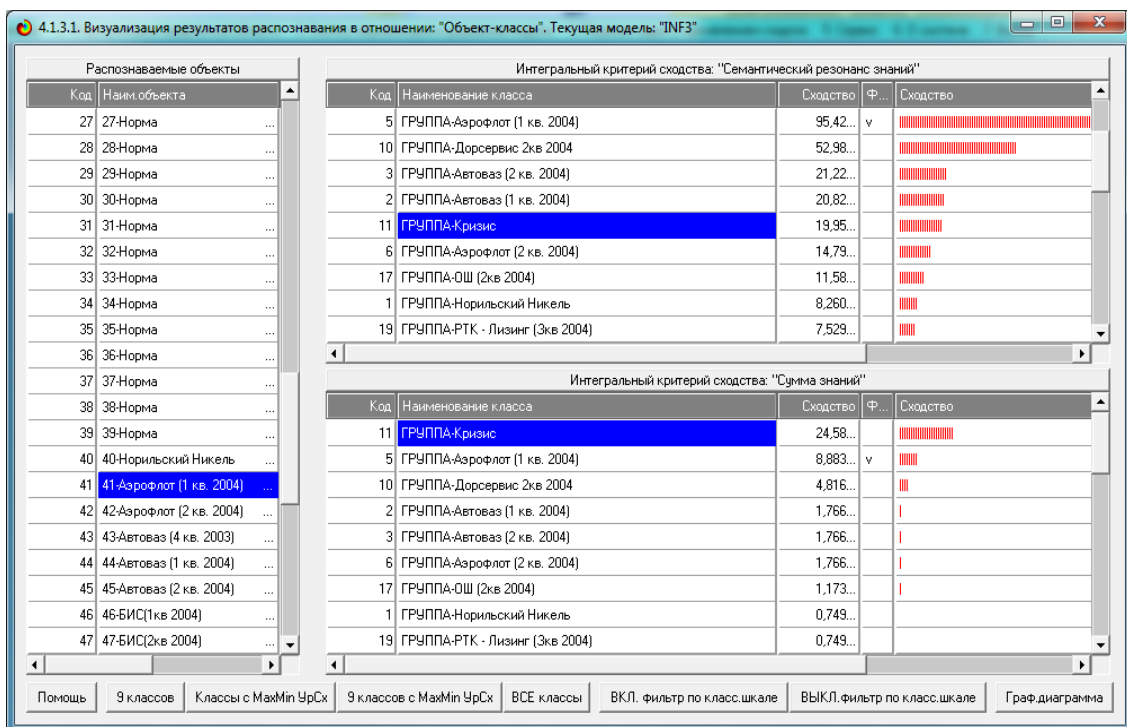


**Рис. 11.** Некоторые режимы системы «Эйдос» для повышения достоверности модели

Из этих режимов наиболее эффективными являются 3.7.6 и 3.7.8.

Рассмотрим **этап решения задач идентификации**, прогнозирования и поддержки принятия решений.

Для решения задачи идентификации проведем пакетное распознавание в режиме 4.1.2. Результаты приведены на рис. 12 и 13.



**Рис. 12.** Результаты идентификации предприятия:41-Аэрофлот (1 кв. 2004) с классами

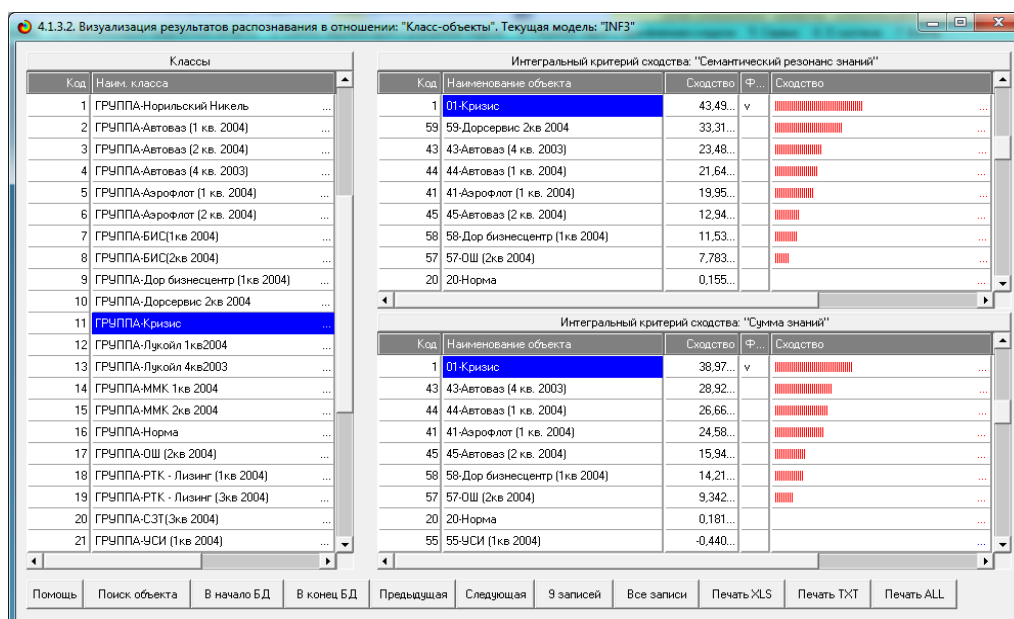


Рис. 13. Результаты идентификации класса: 11 – Кризис с предприятиями

На рис. 12 и 13 следует смотреть на результаты идентификации с применением интегрального критерия «Сумма знаний», так как на рис. 10 мы видим, что наивысшая достоверность наблюдается в системно-когнитивной модели INF3 именно при этом интегральном критерии.

Задача поддержки принятия решений является обратной задачей по отношению к задаче идентификации: если при идентификации мы по значениям финансово-экономических показателей предприя-

тия относим его к обобщенным образам классов, то при принятии решений, наоборот, по целевому («16-Норма») или нежелательному («11-Кризис») будущему состоянию предприятия определяется рейтинг значений финансово-экономических показателей в порядке убывания силы и направления влияния на переход предприятия в это состояние.

Задача поддержки принятия решений решается в режиме 4.4.8 (рис. 14).

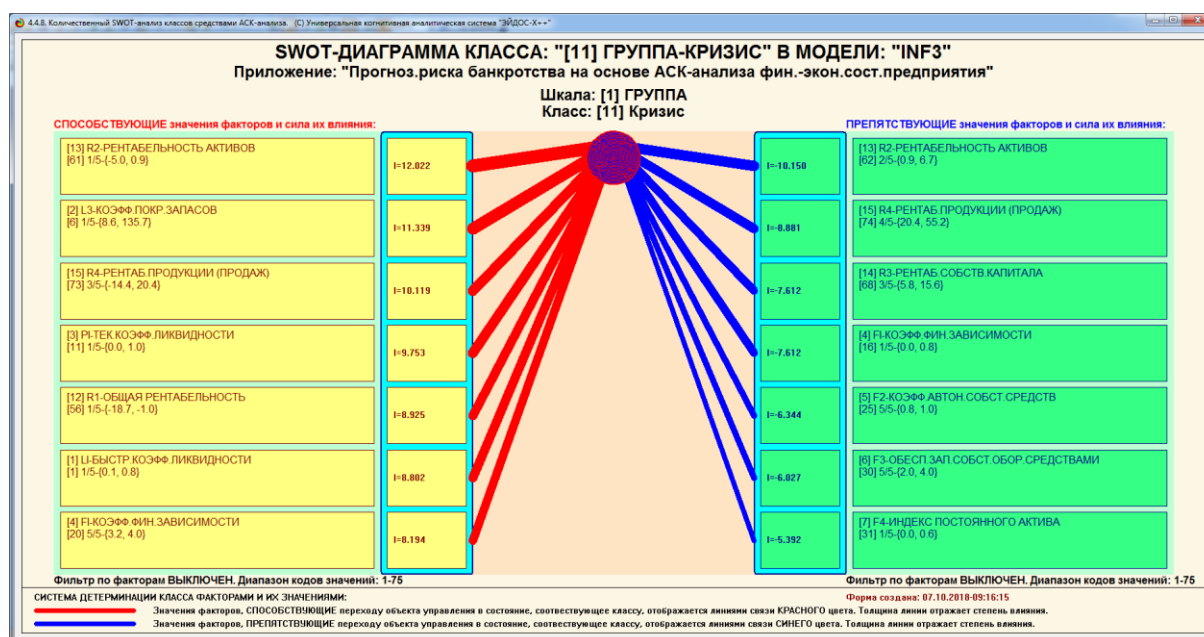


Рис. 14. Результаты решения задачи поддержки принятия решений в наиболее достоверной системно-когнитивной модели INF3



Слева представлены значения финансово-экономических показателей предприятия, в порядке убывания силы влияния на его переход в кризисное состояние, а справа – препятствующие этому.

**Этап исследования объекта моделирования (процесса, явления) путем исследования его моделей:** кластерно-конструктивный анализ классов и факторов; содержательное сравнение классов факторов; изучение системы детерминации состояний моделируемого объекта, нелокальные нейроны и интерпретируемые нейронные сети прямого счета; построение классических когнитивных моделей (когнитивных карт); построение интегральных когнитивных моделей (интегральных когнитивных карт), когнитивные функции. Рассмотрим некоторые из этих задач.

Задача «Кластерно-конструктивный анализ классов» решается в режиме 4.2 и содержит несколько выходных форм, из которых из-за ограничений на объем статьи мы приведем лишь две – когнитивную диаграмму классов (рис. 15) и дендрограмму агломеративной когнитивной кластеризации классов с графиком межкластерных расстояний (рис. 16, 17).

Задача «Кластерно-конструктивный анализ значений финансово-экономических показателей предприятия» решается в режиме 4.3 и позволяет получить когнитивную диаграмму значений финансово-экономических показателей предприятия (рис. 18) и дендрограмму агломеративной когнитивной кластеризации этих показателей (рис. 19).

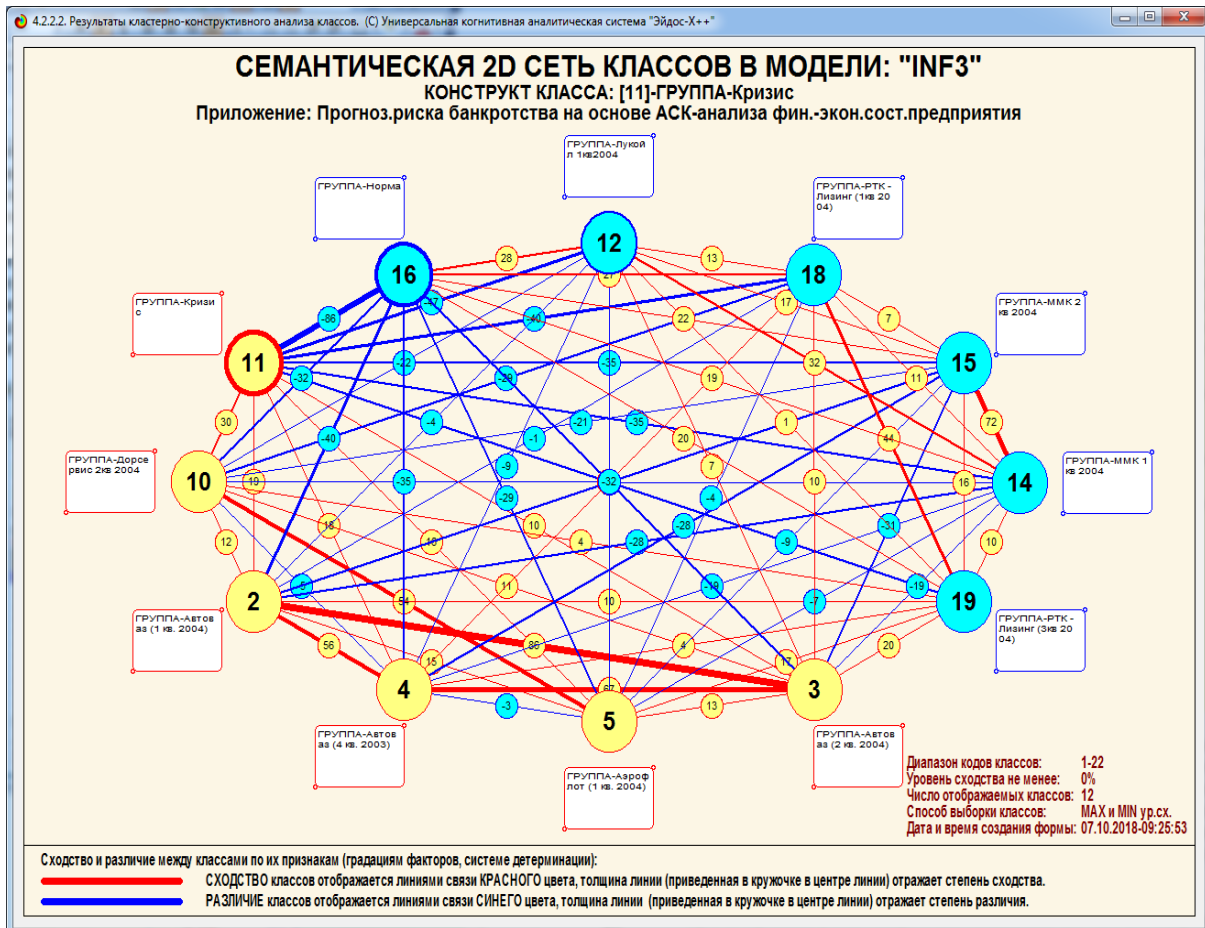


Рис. 15. Когнитивная диаграмма классов с конструктом: «Кризис-Норма» в наиболее достоверной системно-когнитивной модели INF3

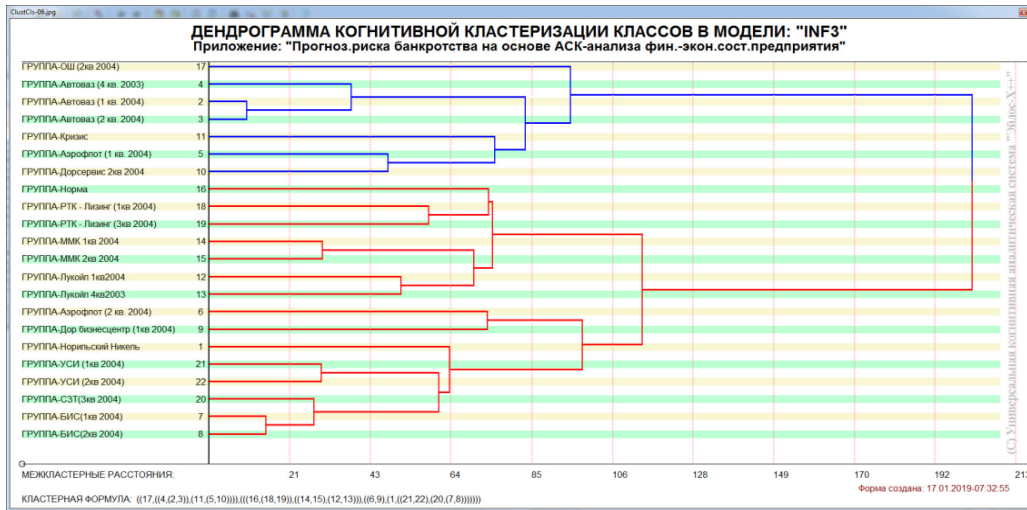


Рис. 16. Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации классов



Рис. 17. График изменения межкластерных расстояний

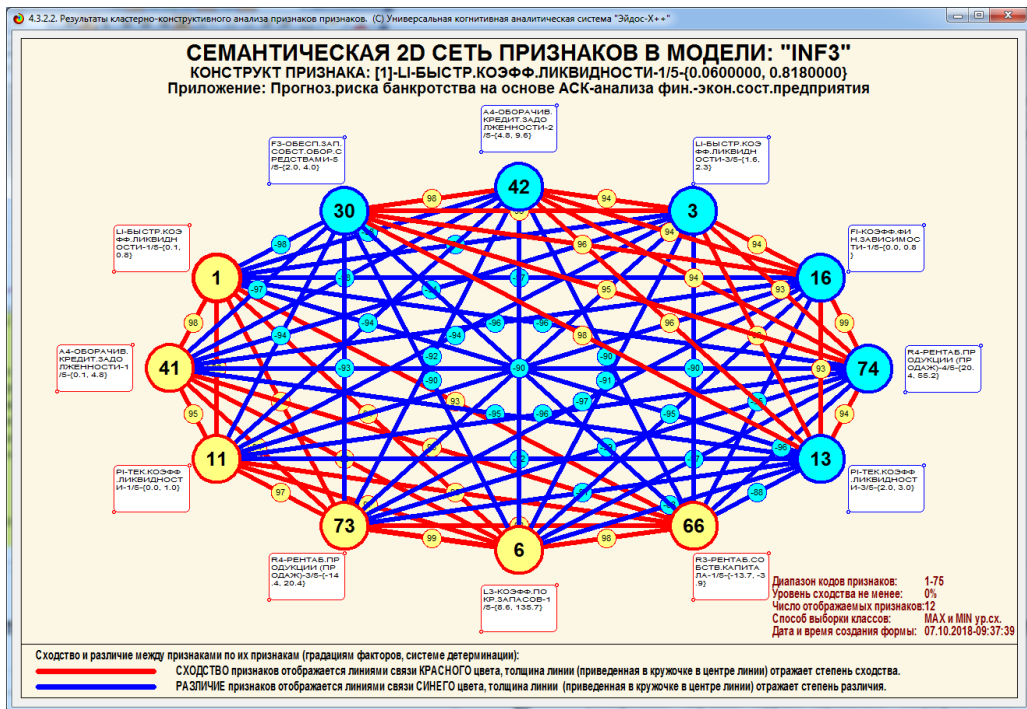


Рис. 18. Когнитивная диаграмма значений финансово-экономических показателей предприятия в наиболее достоверной СК-модели INF3

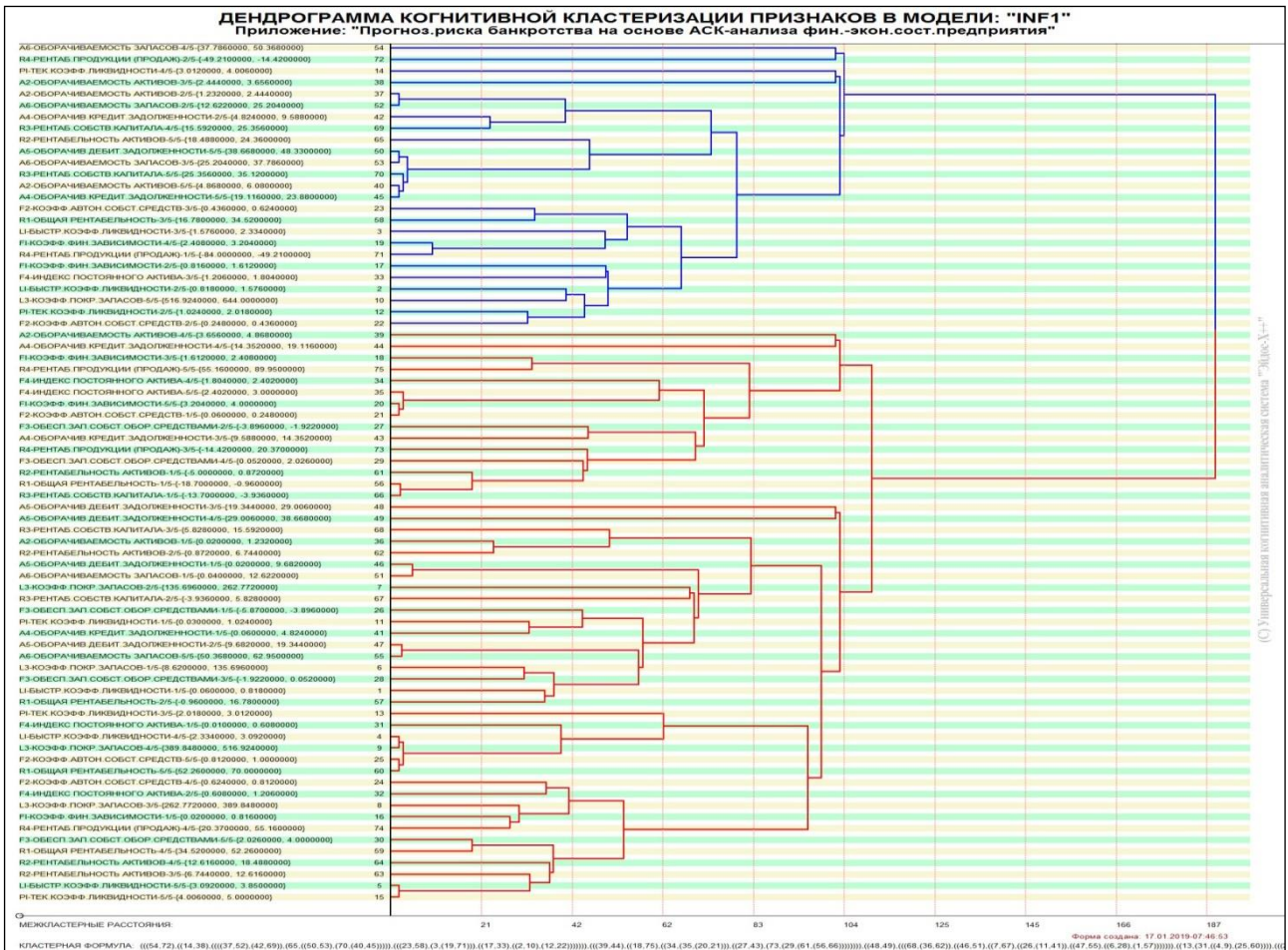


Рис. 19. Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации значений финансово-экономических показателей предприятия

Нелокальные нейроны и интерпретируемые нейронные сети прямого счета [46] мы можем получить в режимах 4.4.10

и 4.4.11 системы «Эйдос» (рис. 20 и 21). Когнитивные функции визуализированы в режиме 4.5 [47] (рис. 22).

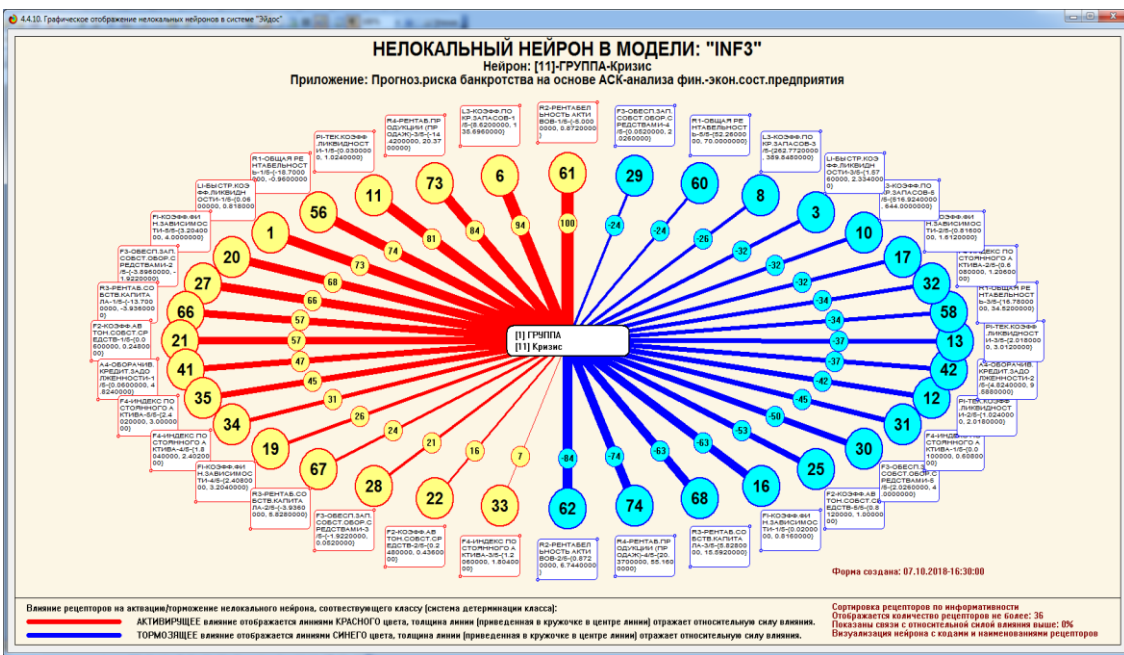


Рис. 20. Нелокальный нейрон



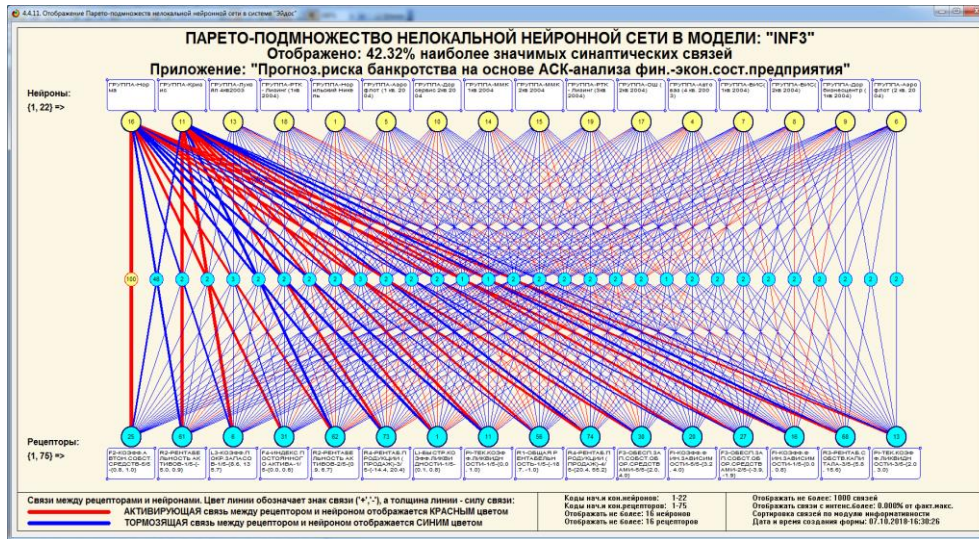


Рис. 21. Фрагмент одного слоя нейронные сети

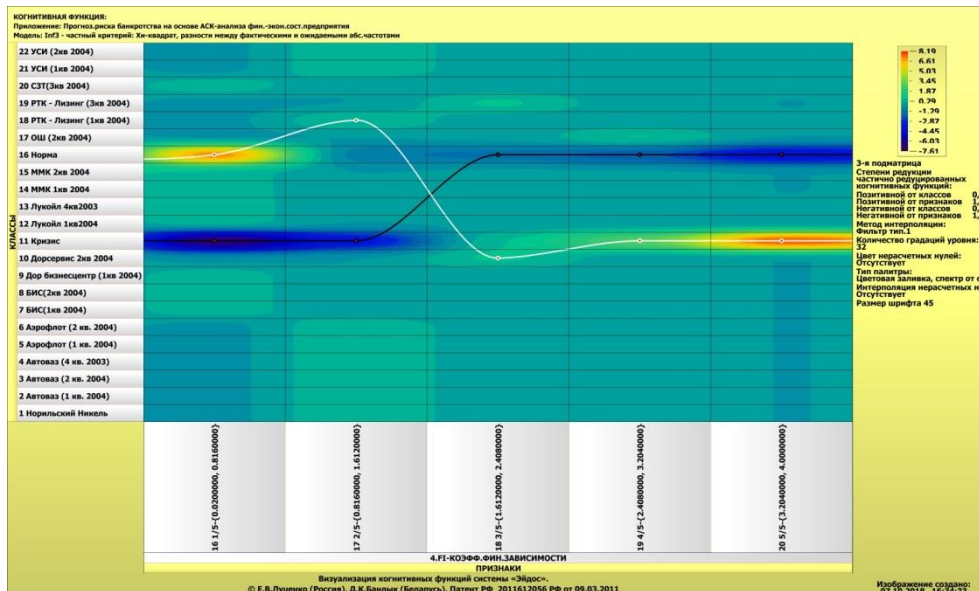


Рис. 22. Пример когнитивной функции

Проведя сравнительный анализ дендрограммы агломеративной когнитивной кластеризации классов (рис. 16) системы «Эйдос» и оценок общего финансово-экономического состояния исследуемых предприятий, полученных с помощью программного комплекса «КОФЭС\_01», мы пришли к выводу, что в 70% (14 случаев из 20) программы дали одинаковые результаты (табл. 12).

Отметим, что различие наблюдалось для предприятий, находящихся в граничных состояниях при бинарной оценке результата. Именно для таких предприятий

необходимо проведение дополнительного исследования. Кроме того, поскольку бинарная система оценки финансово-экономического состояния предприятий является ограниченной, следует провести дополнительное исследование по пенташкале, эффективность которой подтверждена во многих исследованиях [38–43]. Кроме того, система «Эйдос» позволяет не только оценить финансово-экономическое состояние предприятия, но и показывает уровни сходства при его идентификации с тем или иным классом.

**Сравнительный анализ оценки общего финансово-экономического состояния предприятий с помощью системы «Эйдос» и программного комплекса «КОФЭС\_01» (фрагмент)**

№ п/п	Предприятие	Состояние предприятия	«КОФЭС_01»	«Эйдос»
1	Норильский никель (3 кв. 2003)	norm	norm	norm
2	Аэрофлот (1 кв. 2004)	norm	norm	kriz
3	Аэрофлот (2 кв. 2004)	norm	norm	norm
4	Автоваз (4 кв. 2003)	norm	norm	kriz
5	Автоваз (1 кв. 2004)	kriz	kriz	kriz
6	Автоваз (2 кв. 2004)	kriz	norm	kriz
7	Башинформсвязь (1 кв. 2004)	norm	norm	norm
8	Башинформсвязь (2 кв. 2004)	norm	norm	norm
9	СЗТ (3 кв. 2004)	kriz	norm	norm
10	ММК (1 кв. 2004)	norm	norm	norm
11	ММК (2 кв. 2004)	norm	norm	norm
12	РТК - Лизинг (1 кв. 2004)	norm	norm	norm
13	РТК - Лизинг (3 кв. 2004)	norm	norm	norm
14	Лукойл (4 кв. 2003)	norm	norm	norm
15	Лукойл (1 кв. 2004)	norm	norm	norm
16	УралСвязьИнформ (1 кв. 2004)	kriz	kriz	norm
17	УралСвязьИнформ (2 кв. 2004)	kriz	kriz	norm
18	Уралмаш-Ижора (2 кв. 2004)	kriz	kriz	kriz
19	ДОРБИЗНЕСЦЕНТР (1 кв. 2004)	norm	norm	norm
20	ДОРСЕРВИС (2 кв. 2004)	norm	norm	kriz

Таким образом, интеллектуальная система «Эйдос» может эксплуатироваться в адаптивном режиме, учитывающем динамику предметной области, а также может быть локализована для различных направлений и объемов деятельности предприятий, функционирующих в различных странах и регионах. Это возможно, поскольку система «Эйдос» является как инструментом разработки этих приложений, так и средой их эксплуатации. Стандартные же приложения, как зарубежные, так и отечественные, являются продуктом технологий, которые не предоставляются пользователям их разработчиками, т. е. поставляются не только без инструментария их создания и адаптации, но и даже без реализующего их программного обеспечения.

**Заключение**

Сущность предлагаемого авторами методологического подхода АСК-анализа и программного инструментария в виде открытого программного обеспечения – интеллектуальной системы «Эйдос» – состоит в том, чтобы сначала рассчитать количество

информации, содержащееся в финансово-экономических показателях деятельности предприятия, свидетельствующее о рисках кредитования (частные критерии), а затем оценить суммарное количество информации об этом во всей системе показателей анализа финансового состояния хозяйствующего субъекта.

Новизна исследования заключается в разработке открытой персональной интеллектуальной технологии создания адаптивных методик оценки инвестиционной привлекательности и кредитоспособности предприятий на основе применения автоматизированного системно-когнитивного анализа и системы «Эйдос», что позволяет использовать авторский подход для исследования широкого спектра социально-экономических систем и процессов.

В качестве результата, имеющего глобальное научно-прикладное значение, предложена адаптивная методика оценки рисков кредитования предприятий на основе анализа их финансово-экономических показателей, обладающая высокой степенью достоверности.



Методика размещена на ftp-сервере облачных Эйдос-приложений под номером 130, доступна для всех пользователей системы «Эйдос» (в режиме 1.3) и может быть использована не только для оценки рисков кредитования предприятий без привязки к месту их локализации, но и для учебных и научных целей.

Перспективы исследования состоят в создании адаптивных методик оценки рисков кредитования, учитывающих специфику хозяйственной деятельности предприятий, их локализацию и особенности внешней среды, а также в функциональном совершенствовании интеллектуальной системы «Эйдос».

### Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и администрации Краснодарского края в рамках научного проекта № 18-410-230036 p\_a.

### Список литературы

1. *Греченюк А.В., Греченюк О.Н.* Сравнительный анализ российских и зарубежных подходов к анализу финансового состояния организации // Аудит и финансовый анализ. 2015. № 1. С. 217–223.
2. *Швецова О.В.* Сравнительная характеристика российских и зарубежных подходов к формированию информации о финансовых результатах в отчетности // Аудит и финансовый анализ. 2013. № 4. С. 101–104.
3. *Манина Н.В., Николаева М.О.* Зарубежный опыт учета и анализа финансовых результатов организации // Молодой ученый. 2016. № 6. С. 498–501.
4. *Кудашева В.А.* Особенности составления финансовой отчетности в странах с континентальной моделью учета. URL: [http://www.rusnauka.com/1\\_NIO\\_2012/Economics/7\\_98688.doc.htm](http://www.rusnauka.com/1_NIO_2012/Economics/7_98688.doc.htm) (дата обращения: 20.01.2019).
5. *Баранов А.В., Жминько А.Е.* Сравнительная характеристика формирования показателей отчетности о прибылях и убытках в отечественной зарубежной практике // Все для бухгалтера. 2007. № 8 (200). С. 19–22.
6. *Brealey R., Myers S., Allen F.* Principles of corporate finance. 10th ed. McGraw-Hill/Irwin, 2010. 968 p.
7. *Fabozzi F.J., Markowitz H.M.* The theory and practice of investment management: Asset allocation, valuation, portfolio construction, and strategies. Wiley, 2011. 725 p.
8. *Benninga S.* Financial modelling. 3rd ed. The MIT Press, 2008. 1168 p.
9. *Bodie Z., Kane A., Marcus A.J.* Investments. McGraw-Hill, 2014. 1080 p.
10. *Damodaran A.* Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset. 3rd ed. John Wiley and Sons, 2012. 974 p.
11. *Berk J., DeMarzo P.* Corporate finance. 3rd ed. Prentice Hall, 2013. 1141 p.
12. *Barth M.E., Clement M.B., Foster Brand G., Kasznik R.* Values and capital market valuation. URL: <https://ssrn.com/abstract=98748> (дата обращения: 20.01.2019).
13. *Foster G., Kasznik R., Sidhu B.K.* International equity valuation: The relative importance of country and industry factors versus company-specific financial reporting information // Accounting and Finance. 2012. Vol. 52, Iss. 3. P. 767–817.
14. *Bettman J.L., Sault S.J., Schultz E.L.* Fundamental and technical analysis: Substitutes or complements? // Accounting and Finance. 2009. Vol. 49, Iss. 1. P. 21–36.
15. *Altman E., Sabato G.* Modelling credit risk for SMEs: Evidence from the US market // Abacus. 2007. Vol. 43, Iss. 3. P. 332–357.
16. *Altman E.I., Sabato G., Wilson N.* The value of non-financial information in small and medium-sized enterprise risk management // The Journal of Credit Risk. 2010. Vol. 6, № 2. P. 1–33.
17. *Bhandari S.B., Iyer R.* Predicting business failure using cash flow statement based measures // Managerial Finance. 2013. Vol. 39, Iss. 7. P. 667–676.
18. *Oz I.O., Yelkenci T.* The generalizability of financial distress prediction models: evidence from Turkey // Journal of Accounting and Management Information Systems. 2015. Vol. 14, № 4. P. 685–703.
19. *Richardson G., Taylor G., Lanis R.* The impact of financial distress on corporate tax avoidance spanning the global financial crisis: Evidence from Australia // Economic Modelling. 2015. Vol. 44. P. 44–53.

20. Charitou A., Dionysiou D., Lambertides N., Trigeorgis L. Alternative bankruptcy prediction models using option pricing theory // *Journal of Banking and Finance*. 2013. Vol. 37, Iss. 7. P. 2329–2341.
21. Gupta J., Wilson N., Gregoriou A., Healy J. The value of operating cash flow in modelling credit risk for SMEs // *Applied Financial Economics*. 2014. Vol. 24, № 9. P. 649–660.
22. Jardin P. Bankruptcy prediction using terminal failure processes // *European Journal of Operational Research*. 2015. Vol. 242, № 1. P. 286–303. doi: 10.1016/j.ejor.2014.09.059.
23. Tinoco M.H., Wilson N. Financial distress and bankruptcy prediction among listed companies using accounting, market and macroeconomic variables // *International Review of Financial Analysis*. 2013. Vol. 30. P. 394–419.
24. Oz I.O., Yelkenci T. A theoretical approach to financial distress prediction modeling // *Managerial Finance*. 2017. Vol. 43, № 2. P. 212–230. doi: 10.1108/MF-03-2016-0084.
25. Carvalho C., Fisher J. D., Pettenuzzo D. Optimal asset allocation with multivariate bayesian dynamic linear models // *Working Paper Series*. 2018/123. URL: [http://www.brandeis.edu/economics/RePEc/brd/doc/Brandeis\\_WP123.pdf](http://www.brandeis.edu/economics/RePEc/brd/doc/Brandeis_WP123.pdf) (дата обращения: 20.01.2019).
26. Carriero A., Clark T.E., Marcellino M. Large vector autoregressions with stochastic volatility and flexible priors // *Federal Reserve Bank of Cleveland Working Paper*. 2016. № 16–17.
27. Dangl T., Halling M. Predictive regressions with time-varying coefficients // *Journal of Financial Economics*. 2012. № 106 (1). P. 157–181.
28. Gelman A., Hill J. *Data analysis using regression and multilevel/hierarchical models*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. 648 p.
29. Johannes M., Korteweg A., Polson N. Sequential learning, predictability, and optimal portfolio returns // *The Journal of Finance*. 2014. № 69 (2). P. 611–644.
30. Pettenuzzo D., Timmermann A., Valkanov R. Forecasting stock returns under economic constraints // *Journal of Financial Economics*. 2014. № 114 (3). P. 517–553.
31. Zhao Z.Y., Xie M., West M. Dynamic dependence networks: Financial time series forecasting and portfolio decisions // *Applied Stochastic Models in Business and Industry*. 2016. № 32 (3). P. 311–332.
32. Kauppi H. Predicting the direction of the Fed's Target Rate // *Journal of Forecasting*. 2012. № 31 (1). P. 47–67.
33. Grydaki M., Bezemer D. The role of credit in the Great Moderation: A multivariate GARCH approach // *Journal of Banking and Finance*. 2013. № 37. P. 4615–4626.
34. Носкова А.Р., Алексеев А.О. Достоверное прогнозирование вероятности банкротства предприятий строительной отрасли с помощью метода системно-когнитивного анализа // *Управление финансовыми рисками*. 2018. № 3. С. 218–224.
35. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос» // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ)*. 2013. № 92 (08). С. 61–71.
36. Луценко Е.В. Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная on-line среда для обучения и научных исследований на базе АСК-анализа и системы «Эйдос» // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ)*. 2017. № 130 (06), pp. 1–55.
37. Барановская Т.П., Коваленко А.В., Уртенев М.Х., Кармазин В.Н. *Современные математические методы анализа финансово-экономического состояния предприятия: монография*. Краснодар: КубГАУ, 2009. 224 с.
38. Коваленко А.В. Оценка кредитоспособности заемщика при помощи нейронных сетей и нечетких множеств // *Современное состояние и приоритеты развития фундаментальных наук в регионах: труды III Всероссийской научной конференции молодых ученых и студентов, Краснодар, 2–5 октября 2006 г. Краснодар, 2006. С. 190–192.*
39. Шевченко И.В., Кармазин В.Н., Коваленко А.В. Комплексная оценка кредитоспособности предприятий малого и среднего бизнеса с помощью нечеткой продукционной системы // *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. 2008. № 2 (2). С. 81–86.
40. Коваленко А.В. Нейронная сеть и нечеткие множества, как инструмент оценки кредитоспособности заемщика // *Прикладная математика XXI века: материалы VI объединенной науч. конф. студентов и аспирантов факультета прикладной математики. Краснодар: КубГУ, 2006. С. 56–58.*
41. Коваленко А.В., Кармазин В.Н. Диагностика состояния предприятия на основе нечетких продукционных систем // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2008. № 11. С. 20–27.

42. Коваленко А.В., Кармазин В.Н. Нечеткое моделирование в среде *MatLab* кредитоспособности предприятий малого и среднего бизнеса // Проектирование научных и инженерных приложений в среде *MatLab*: труды всероссийской науч. конф. СПб.: С.-Петербург. ун-т, 2007. С. 1509–1520.

43. Заикина Л.Н., Коваленко А.В., Уртенев М.Х. Кластерный анализ финансово-экономического состояния предприятий строительной отрасли // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). 2010. № 60 (06). С. 189–200.

44. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем). Краснодар: КубГАУ, 2002. 605 с.

45. Луценко Е.В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергера в АСК-анализе и системе «Эйдос» // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). 2017. № 126 (2). С. 1–32.

46. Луценко Е.В. Системная теория информации и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). 2003. № 1 (001). С. 76–88.

47. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Краснодар: КубГАУ, 2014. 600 с.

Статья поступила в редакцию 17.10.2018, принята к печати 04.03.2019

#### Сведения об авторах

Луценко Евгений Вениаминович – профессор, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и систем, Кубанский государственный аграрный университет (Россия, 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13; e-mail: prof.lutsenko@gmail.com).

Коваленко Анна Владимировна – доцент, кандидат экономических наук, доцент кафедры прикладной математики, Кубанский государственный университет (Россия, 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149; e-mail: savanna-05@mail.ru).

Печурина Елена Каримовна – старший преподаватель кафедры компьютерных технологий и систем, Кубанский государственный аграрный университет (Россия, 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13; e-mail: geskov@mail.ru).

Уртенев Махамет Али Хусеевич – профессор, доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой прикладной математики, Кубанский государственный университет (Россия, 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149; e-mail: urtenovmax@mail.ru).

#### References

1. Grechenyuk A.V., Grechenyuk O.N. Sravnitel'nyi analiz rossiiskikh i zarubezhnykh podkhodov k analizu finansovogo sostoyaniya organizatsii [Comparative analysis of Russian and foreign approaches to the analysis of the financial condition of an organization]. *Audit i finansovyi analiz* [Audit and Financial Analysis], 2015, no. 1, pp. 217–223. (In Russian).

2. Shvetsova O.V. Sravnitel'naya kharakteristika rossiiskikh i zarubezhnykh podkhodov k formirovaniyu informatsii o finansovykh rezul'tatakh v otchetnosti [Comparative characteristic of Russian and foreign approaches to the formation of information on financial results in financial statements]. *Audit i finansovyi analiz* [Audit and Financial Analysis], 2013, no. 4, pp. 101–104. (In Russian).

3. Manina N.V., Nikolaeva M.O. Zarubezhnyi opyt ucheta i analiza finansovykh rezul'tatov organizatsii [Foreign experience of accounting and analysis of financial results of an organization]. *Molodoi uchenyi* [Young Scientist], 2016, no. 6, pp. 498–501. (In Russian).

4. Kudasheva V.A. Osobennosti sostavleniya finansovoi otchetnosti v stranakh s kontinental'noi model'yu ucheta [Features of financial reporting in countries with an continental accounting model]. (In Russian) Available at: [http://www.rusnauka.com/1\\_NIO\\_2012/Economics/7\\_98688.doc.htm](http://www.rusnauka.com/1_NIO_2012/Economics/7_98688.doc.htm) (accessed 20.01.2019).

5. Baranov A.V., Zhmin'ko A.E. *Sravnitel'naya kharakteristika formirovaniya pokazatelei otchetnosti o priblyakh i ubytkakh v otechestvennoi zarubezhnoi praktik* [Comparative characteristics of the formation of indicators of profit and loss reporting in the domestic foreign practice]. *Vse dlya bukhgaltera* [Everything for an Accountant], 2007, no. 8 (200), pp. 19–22.
6. Brealey R., Myers S., Allen F. *Principles of corporate finance*. 10th ed. McGraw-Hill/Irwin, 2010. 968 p.
7. Fabozzi F.J., Markowitz H.M. *The theory and practice of investment management: Asset allocation, valuation, portfolio construction, and strategies*. Wiley, 2011. 725 p.
8. Benninga S. *Financial modelling*. 3rd ed. The MIT Press, 2008. 1168 p.
9. Bodie Z., Kane A., Marcus A.J. *Investments*. McGraw-Hill, 2014. 1080 p.
10. Damodaran A. *Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset*. 3rd ed. John Wiley and Sons, 2012. 974 p.
11. Berk J., DeMarzo P. *Corporate finance*. 3rd ed. Prentice Hall, 2013. 1141 p.
12. Barth M.E., Clement M.B., Foster G., Kasznik R. *Brand values and capital market valuation*. Available at: <https://ssrn.com/abstract=98748> (accessed 20.01.2019).
13. Foster G., Kasznik R., Sidhu B.K. International equity valuation: the relative importance of country and industry factors versus company-specific financial reporting information. *Accounting and Finance*, 2012, vol. 52, iss. 3, pp. 767–817.
14. Bettman J.L., Sault S.J., Schultz E.L. Fundamental and technical analysis: Substitutes or complements? *Accounting and Finance*, 2009, vol. 49, iss. 1, pp. 21–36.
15. Altman E., Sabato G. Modelling credit risk for SMEs: Evidence from the US market. *Abacus*, 2007, vol. 43, iss. 3, pp. 332–357.
16. Altman E.I., Sabato G., Wilson N. The value of non-financial information in small and medium-sized enterprise risk management. *The Journal of Credit Risk*, 2010, vol. 6, no. 2, pp. 1–33.
17. Bhandari S.B., Iyer R. Predicting business failure using cash flow statement based measures. *Managerial Finance*, 2013, vol. 39, iss. 7, pp. 667–676.
18. Oz I.O., Yelkenci T. The generalizability of financial distress prediction models: Evidence from Turkey. *Journal of Accounting and Management Information Systems*, 2015, vol. 14, no. 4, pp. 685–703.
19. Richardson G., Taylor G., Lanis R. The impact of financial distress on corporate tax avoidance spanning the global financial crisis: Evidence from Australia. *Economic Modeling*, 2015, vol. 44, pp. 44–53.
20. Charitou A., Dionysiou D., Lambertides N., Trigeorgis L. Alternative bankruptcy prediction models using option pricing theory. *Journal of Banking and Finance*, 2013, vol. 37, iss. 7, pp. 2329–2341.
21. Gupta J., Wilson N., Gregoriou A., Healy J. The value of operating cash flow in modelling credit risk for SMEs. *Applied Financial Economics*, 2014, vol. 24, no. 9, pp. 649–660.
22. Jardin P. Bankruptcy prediction using terminal failure processes. *European Journal of Operational Research*, 2015, vol. 242, no. 1, pp. 286–303. doi: 10.1016/j.ejor.2014.09.059.
23. Tinoco M.H., Wilson N. Financial distress and bankruptcy prediction among listed companies using accounting, market and macroeconomic variables. *International Review of Financial Analysis*, 2013, vol. 30, pp. 394–419.
24. Oz I.O., Yelkenci T. A theoretical approach to financial distress prediction modeling. *Managerial Finance*, 2017, vol. 43, no. 2, pp. 212–230. doi: 10.1108/MF-03-2016-0084.
25. Carvalho C., Fisher J. D., Pettenuzzo D. Optimal asset allocation with multivariate bayesian dynamic linear models. *Working Paper Series*, 2018, 123. Available at: [http://www.brandeis.edu/economics/RePEc/brd/doc/Brandeis\\_WP123.pdf](http://www.brandeis.edu/economics/RePEc/brd/doc/Brandeis_WP123.pdf) (accessed 20.01.2019).
26. Carriero A., Clark T.E., Marcellino M. Large vector autoregressions with stochastic volatility and flexible priors. *Federal Reserve Bank of Cleveland Working Paper*, 2016, no. 16–17.
27. Dangl T., Halling M. Predictive regressions with time-varying coefficients. *Journal of Financial Economics*, 2012, no. 106 (1), pp. 157–181.
28. Gelman A., Hill J. *Data analysis using regression and multilevel/hierarchical models*. Cambridge, Cambridge University Press, 2006. 648 p.
29. Johannes M., Korteweg A., Polson N. Sequential learning, predictability, and optimal portfolio returns. *The Journal of Finance*, 2014, no. 69 (2), pp. 611–644.
30. Pettenuzzo D., Timmermann A., Valkanov R. Forecasting stock returns under economic constraints. *Journal of Financial Economics*, 2014, no. 114 (3), pp. 517–553.
31. Zhao Z.Y., Xie M., West M. Dynamic dependence networks: Financial time series forecasting and portfolio decisions. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 2016, no. 32 (3), pp. 311–332.



32. Kauppi H. Predicting the direction of the fed's target rate. *Journal of Forecasting*, 2012, no. 31 (1), pp. 47–67.

33. Grydaki M., Bezemer D. The role of credit in the great moderation: A multivariate GARCH approach. *Journal of Banking and Finance*, 2013, no. 37, pp. 4615–4626.

34. Noskova A.R., Alekseev A.O. Dostovernoe prognozirovaniye veroyatnosti bankrotstva predpriyatii stroitel'noi otrasli s pomoshch'yu metoda sistemno-kognitivnogo analiza [Reliable prediction of the probability of bankruptcy of enterprises in the construction industry using the method of system-cognitive analysis]. *Upravlenie finansovymi riskami* [Management of Financial Risks], 2018, no. 3, pp. 218–224. (In Russian).

35. Lutsenko E.V. Metrizatsiya izmeritel'nykh shkal razlichnykh tipov i sovmestnaya sopostavimaya kolichestvennaya obrabotka raznorodnykh faktorov v sistemno-kognitivnom analize i sisteme "Eidos" [Metrixation of measuring scales of different types and joint comparable quantitative processing of heterogeneous factors in system-cognitive analysis and Edios system]. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyi zhurnal KubGAU)* [Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University (Scientific Journal of KubSAU)], 2013, no. 92(08), pp. 61–71. (In Russian).

36. Lutsenko E.V. Otkrytaya masshtabiruemaya interaktivnaya intellektual'naya on-line sreda dlya obucheniya i nauchnykh issledovaniy na baze ASK-analiza i sistemy "Eidos" [Intelligent scalable open interactive online environment for teaching and researching on the basis of ASC-analysis and "Eidos" system]. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyi zhurnal KubGAU)* [Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University (Scientific Journal of KubSAU)], 2017, no. 130(06), pp. 1–55.

37. Baranovskaya T.P., Kovalenko A.V., Urtenov M.Kh., Karmazin V.N. *Sovremennye matematicheskie metody analiza finansovo-ekonomicheskogo sostoyaniya predpriyatiya: monografiya* [Modern mathematical methods of analysis of financial and economic condition of the enterprise: A monograph]. Krasnodar, KubGAU, 2009. 224 p. (In Russian).

38. Kovalenko A.V. Otsenka kreditosposobnosti zaemshchika pri pomoshchi neironnykh setei i nechetkikh mnozhestv [Assessment of a borrower's creditworthiness using neural networks and fuzzy sets]. *Sovremennoe sostoyanie i priority razvitiya fundamental'nykh nauk v regionakh: trudy III Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii molodykh uchenykh i studentov, Krasnodar, 2–5 oktyabrya 2006 g.* [Current State and Priorities of Fundamental Sciences in the Regions. Proceedings of the III Russian Scientific Conference of Young Scientists and Students, Krasnodar, October 2–5, 2006]. Krasnodar, 2006, pp. 190–192. (In Russian).

39. Shevchenko I.V., Karmazin V.N., Kovalenko A.V. Kompleksnaya otsenka kreditosposobnosti predpriyatii malogo i srednego biznesa s pomoshch'yu nechetkoi produktsionnoi sistemy [Complex assessment of creditworthiness of small and medium businesses using a fuzzy production system]. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya* [Financial Analytics: Science and Experience], 2008, no. 2 (2), pp. 81–86. (In Russian).

40. Kovalenko A.V. Neironnaya set' i nechetkie mnozhestva, kak instrument otsenki kreditosposobnosti zaemshchika [Neural network and fuzzy sets as a tool for assessing the creditworthiness of the borrower]. *Prikladnaya matematika XXI veka: materialy VI ob"edinennoi nauchnoi konferentsii studentov i aspirantov fakul'teta prikladnoi matematiki* [Applied Mathematics of the XXI Century. Proceedings of the VI Joint Scientific Conference of Students and Postgraduates of the Faculty of Applied Mathematics]. Krasnodar, Kubanskii gosudarstvennyi universitet Publ., 2006, pp. 56–58. (In Russian).

41. Kovalenko A.V., Karmazin V.N. Diagnostika sostoyaniya predpriyatiya na osnove nechetkikh produktsionnykh sistem [Diagnosis of the state of an enterprise on the basis of fuzzy production systems]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of Kuban State Agrarian University], 2008, no. 11, pp. 20–27. (In Russian).

42. Kovalenko A.V., Karmazin V.N. Nechetkoe modelirovaniye v srede matlab kreditosposobnosti predpriyatii malogo i srednego biznesa [Fuzzy modeling in matlab creditworthiness of small and medium businesses]. *Proektirovaniye nauchnykh i inzhenernykh prilozhenii v srede MATLAB: trudy vserossiiskoi nauchnoi konferentsii* [Design of Scientific and Engineering Applications in MATLAB. Proceedings of Russian Scientific Conference]. Sankt-Peterburg, Sankt-Peterburgskii universitet Publ., 2007, pp. 1509–1520. (In Russian).

43. Zaikina L.N., Kovalenko A.V., Urtenov M.Kh. Klasternyi analiz finansovo-ekonomicheskogo sostoyaniya predpriyatii stroitel'noi otrasli [Cluster analysis of the financial and economic conditions of building business branch]. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo*



*agrarnogo universiteta (Nauchnyi zhurnal KubGAU)* [Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University (Scientific Journal of KubSAU)], 2010, no. 60 (06), pp. 189–200. (In Russian).

44. Lutsenko E.V. *Avtomatizirovanniy sistemno-kognitivnyy analiz v upravlenii aktivnymi ob"ektami (sistemnaya teoriya informatsii i ee primeneniye v issledovanii ekonomicheskikh, sotsial'no-psikhologicheskikh, tekhnologicheskikh i organizatsionno-tekhnicheskikh sistem)* [Automated system-cognitive analysis in the management of active objects (system theory of information and its application in the study of economic, socio-psychological, technological and organizational-technical systems)]. Krasnodar, KubGAU Publ., 2002. 605 p. (In Russian).

45. Lutsenko E.V. Invariantnoe otositel'no ob'emov dannykh nechetkoe mul'tiklassovoe obobshchenie F-meriy dostovernosti modelei Van Rizbergena v ASK-analize i sisteme "Eidos" [Invariant to volume of data, a fuzzy multiclass generalization of f-measures of plausibility in Van Rijsbergen models in ASC-analysis and in the "Eidos" system]. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyi zhurnal KubGAU)* [Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University (Scientific Journal of KubSAU)], 2017, no. 126 (2), pp. 1–32.

46. Lutsenko E.V. Sistemnaya teoriya informatsii i nelokal'nye interpretiruemye neironnye seti pryamogo scheta [System theory of information and nonlocal interpreted neural networks of direct account]. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyi zhurnal KubGAU)* [Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University (Scientific Journal of KubSAU)], 2003, no. 1 (001), pp. 76–88.

47. Orlov A.I., Lutsenko E.V. *Sistemnaya nechetkaya interval'naya matematika* [System fuzzy interval mathematics]. Krasnodar, KubGAU Publ., 2014. 600 p.

Received October 17, 2018; accepted March 04, 2019

#### Information about the Authors

Lutsenko Eugeny Veniaminovich – Doctor of Economic Sciences, Candidate of Technical Sciences, Professor at the Department of Computer Technologies and Systems, Kuban State Agrarian University (13, Kalinina st., Krasnodar, 350044, Russia; e-mail: prof.lutsenko@gmail.com).

Kovalenko Anna Vladimirovna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Applied Mathematics, Kuban State University (149, Stavropol'skaya st., Krasnodar, 350040, Russia; e-mail: savanna-05@mail.ru).

Pechurina Elena Karimovna – Senior Lecturer at the Department of Computer Technologies and Systems, Kuban State Agrarian University (13, Kalinina st., Krasnodar, 350044, Russia; e-mail: geskov@mail.ru).

Urtenov Mahamet Ali Huseevich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Applied Mathematics, Kuban State University (149, Stavropol'skaya st., Krasnodar, 350040, Russia; e-mail: urtenovmax@mail.ru).

#### Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Луценко Е.В., Коваленко А.В., Печурина Е.К., Уртенев М.А.Х. Открытая персональная интеллектуальная технология разработки и применения адаптивных методик оценки инвестиционной привлекательности и кредитоспособности предприятий // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2019. Том 14. № 1. С. 20–50. doi: 10.17072/1994-9960-2019-1-20-50

#### Please cite this article in English as:

Lutsenko E.V., Kovalenko A.V., Pechurina E.K., Urtenov M.A.H. Open personal intellectual technology for development and application of adaptive methods of assessment of investment attractiveness and creditworthiness of enterprises. *Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy*, 2019, vol. 14, no. 1, pp. 20–50. doi: 10.17072/1994-9960-2019-1-20-50