

Е.А. Арапова, С.О. Крамаров, Р.С. Усатый, Н.А. Рутта, Л.В. Сахарова

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННЫХ МОДЕЛЕЙ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ ФИНАНСОВО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОТРАСЛИ

Аннотация. Целью данного исследования является проектирование и программная реализация нечетко-множественных алгоритмов комплексной оценки финансово-экономического состояния предприятий на основе группы показателей «прибыль», «налоговые выплаты», «страхование». Для реализации программы финансово-экономического анализа отрасли использована трехуровневая иерархическая модель, преимущество которой состоит в обособленности и независимости каждого уровня. Высокоуровневое проектирование архитектуры системы выполняется на основе унифицированного языка моделирования UML (unified modeling language). Практическая новизна созданного программного обеспечения состоит в создании интерфейса для импорта исходных аналитических данных, полученных в результате скейпинга открытых интернет-источников (testfirm, audit-it); формировании комплексных нечетко-множественных оценок в разрезе групп предприятий по отдельным показателям, динамики развития отдельных групп предприятий и отрасли в целом. С использованием разработанного программного комплекса выполнена комплексная оценка динамики развития IT-отрасли Ростовской области на основе группы показателей «прибыль», «налоги», «социальное страхование».

Ключевые слова: нечеткие множества, нечетко-множественный анализ, финансовый анализ, финансово-экономические показатели.

Е.А. Arapova, S.O. Kramarov, R.S. Usatii, N.A. Rutta, L.V. Sakharova

SOFTWARE IMPLEMENTATION OF FUZZY-MULTIPLE MODELS FOR A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE DYNAMICS OF THE FINANCIAL AND ECONOMIC STATE OF THE INDUSTRY

Abstract. The purpose of this study is the design and software implementation of fuzzy-multiple algorithms for a comprehensive assessment of the financial and economic state of enterprises based on a group of indicators: “profit”, “tax payments”, “insurance”. To implement the program of financial and economic analysis of the industry, a three-level hierarchical model was used, the advantage of which is the isolation and independence of each level. High-level system architecture design is based on the unified modeling language UML (unified modeling language). The practical novelty of the created software is to create an interface for importing initial analytical data obtained as a result of scaling open Internet sources (testfirm, audit-it); the formation of complex fuzzy-multiple assessments in the context of groups of enterprises for individual indicators, the dynamics of development of individual groups of enterprises and the industry as a whole. Using the developed software package, a comprehensive assessment of the dynamics of the development of the IT industry in the Rostov region was carried out based on the group of indicators: “profit”, “taxes”, “social insurance”.

Keywords: fuzzy sets, fuzzy-set analysis, financial analysis, financial and economic indicators.

Арапова Елизавета Александровна

старший преподаватель кафедры информационных технологий и защиты информации. Ростовский государственный экономический университет, город Ростов-на-Дону. Сфера научных интересов: программирование в компьютерных системах, психолого-педагогическое сопровождение программ инклюзивного образования в организациях профессионального образования. Автор более 10 опубликованных научных работ.

Электронный адрес: dist_edu@ntti.ru

Крамаров Сергей Олегович

доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры технологии и профессионально-педагогического образования. Южный федеральный университет, город Ростов-на-Дону. Сфера научных интересов: исследование особенностей формирования и прогнозирования макроскопических свойств микронеоднородных объектов и систем, включая их моделирование с использованием элементов искусственного интеллекта, робототехники и других методов. Автор более 190 опубликованных научных работ.

Электронный адрес: maooovo@yandex.ru

Усатый Роман Сергеевич

аспирант. Ростовский государственный экономический университет, город Ростов-на-Дону. Сфера научных интересов: математическое моделирование сложных экономических систем. Автор 5 опубликованных научных работ.

Электронный адрес: rs.usaty@gmail.com

Рутта Наталья Александровна

кандидат экономических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой фундаментальной и прикладной математики. Ростовский государственный экономический университет, город Ростов-на-Дону. Сфера научных интересов: информационные образовательные технологии. Автор более 10 опубликованных научных работ.

Электронный адрес: celt@inbox.ru

Сахарова Людмила Викторовна

доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры фундаментальной и прикладной математики. Ростовский государственный экономический университет, город Ростов-на-Дону. Сфера научных интересов: методы численного и аналитического решения краевых задач в приложении к моделям массопереноса в многокомпонентной жидкости, математическое моделирование сложных экономических систем. Автор более 110 опубликованных научных работ.

Электронный адрес: L_Sakharova@mail.ru

Введение

Анализ результатов финансово-экономической деятельности предприятия составляет важнейшую часть информационной базы для принятия релевантных управленческих решений [2]. Они обеспечивают базу для стабильного функционирования предприятия, прогнозирование перспектив его дальнейшего развития, формирование обоснованной поведенческой стратегии [3]. Большое количество стохастических неравновесных факторов – чистая прибыль, ценовая политика, структура и объем расходов и др., которые лежат в основе моделей финансового анализа, делают целесообразным привлечение методов и инструментов нечеткой логики.

В настоящей работе для реализации программы финансово-экономического анализа отрасли использована трехуровневая иерархическая модель. Ее преимущество заключаются в обособленности и независимости каждого уровня, который инкапсулирует комплекс решаемых задач, что укоряет разработку и упрощает модификацию каждого уровня. Отделение прикладных функций от функций управления базой данных значительно упрощает оптимизацию всей системы в целом [7].

Целью данного исследования является проектирование и программная реализация нечетко-множественных алгоритмов комплексной оценки финансово-экономического состояния предприятий на основе группы показателей: «прибыль», «налоговые выплаты», «страхование». Для этого требуется решение следующих задач.

1. Анализ предметной области, построение нечетко-множественной модели финансово-экономического анализа на основе стандартных 5-точечных классификаторов, формирование требований к программному продукту.

2. Объектно ориентированный анализ и проектирование архитектуры программной системы, проектирование алгоритмов, интерфейсов и структуры данных, выбор оптимальных методов и средств разработки.

3. Разработка кода программных модулей, их интеграция, модульное и интеграционное тестирование.

4. Функциональное тестирование, апробация системы на исходных данных, анализ и обсуждение результатов.

В предложенной программной разработке использована технология ADO.Net, объектная модель которой базируется на двух классах, – Data Provider (провайдер, поставщик данных) и Data Set (набор данных). Такой подход позволяет отделить логику подключения к источнику данных от логики их обработки и свободно переносить данные между различными поставщиками [1]. Это определяет главное преимущество, так как позволяет легко переносить данные между различными СУБД. Изменения локализованы только в настройках Data Provider, но не затрагивают основного кода программы.

Высокоуровневое проектирование архитектуры системы выполняется на основе унифицированного языка моделирования UML (unified modeling language). Его наибольшая эффективность в контексте решаемой задачи обеспечивается несколькими факторами:

- использование простых для понимания графических обозначений элементов модифицируемой системы;
- объектно ориентированный характер, что делает методы анализа и построения семантически близкими к объектно ориентированным методам программирования, используемым в создаваемой программе.

Материалы и методы

Методика нечетко-множественной оценки динамики развития отрасли. Методика оценки финансово-экономического состояния отрасли на основе комплекса показателей «прибыль», «налоги», «страхование» строится на использовании стандартных многоуровневых [0,1] классификаторов [9]. Стандартные 5-точечные классификаторы формируют пенташкалу для лингвистической переменной, определяющей уровень исследуемого параметра. Носителем лингвистической переменной является область определения параметра, а терм-множества значений образуют нечеткие подмножества – от «очень низкого» до «очень высокого» уровня параметра. Для пенташкалы строится система функций принадлежности. Стандартным способом задания функций принадлежности является система трапецевидных нечетких чисел.

Вводится в рассмотрение лингвистическая переменная, терм-множество которой состоит из трех термов: $G = \{G_1, G_2, G_3, G_4, G_5\}$, где G_1 – устойчивая тенденция к уменьшению роста; G_2 – тенденция к уменьшению роста; G_3 – тенденция к стагнации; G_4 – тенденция к росту; G_5 – устойчивая тенденция к росту.

Функции принадлежности также имеют трапецевидную форму и указаны в Таблице 1.

Таблица 1

Функции принадлежности подмножеств терм-множеств лингвистических переменных

Термы $G_i, i = 1, 2, 3, 4, 5$	Функция принадлежности нечетких множеств
G_1 – «очень плохо», устойчивая тенденция к уменьшению роста	$\mu_1(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } 0 \leq x < 0,15 \\ 10(0,25 - x), & \text{если } 0,15 \leq x < 0,25 \\ 0, & \text{если } 0,25 \leq x \leq 1 \end{cases}$
G_2 – «плохо», тенденция к уменьшению роста	$\mu_2(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } 0 \leq x < 0,15 \\ 10(x - 0,15), & \text{если } 0,15 \leq x < 0,25 \\ 1, & \text{если } 0,25 \leq x < 0,35 \\ 10(0,45 - x), & \text{если } 0,35 \leq x < 0,45 \\ 0, & \text{если } 0,45 \leq x \leq 1 \end{cases}$
G_3 – «удовлетворительно», тенденция к стагнации	$\mu_3(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } 0 \leq x < 0,35 \\ 10(x - 0,35), & \text{если } 0,35 \leq x < 0,45 \\ 1, & \text{если } 0,45 \leq x < 0,55 \\ 10(0,65 - x), & \text{если } 0,55 \leq x < 0,65 \\ 0, & \text{если } 0,65 \leq x \leq 1 \end{cases}$
G_4 – «хорошо», тенденция к росту	$\mu_4(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } 0 \leq x < 0,55 \\ 10(x - 0,55), & \text{если } 0,55 \leq x < 0,65 \\ 1, & \text{если } 0,65 \leq x < 0,75 \\ 10(0,85 - x), & \text{если } 0,75 \leq x < 0,85 \\ 0, & \text{если } 0,85 \leq x \leq 1 \end{cases}$
G_5 – «отлично», устойчивая тенденция к росту	$\mu_5(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } 0 \leq x < 0,75 \\ 10(x - 0,75), & \text{если } 0,75 \leq x < 0,85 \\ 1, & \text{если } 0,85 \leq x \leq 1 \end{cases}$

Примечание: составлено по [4].

Универсальным множеством для лингвистической переменной является числовой отрезок $[0, 1]$, то есть ее числовое значение должно принадлежать отрезку $[0, 1]$. Для оценки динамики развития отраслей, по каждой группе (1 – микропредприятия; 2 – мини-предприятия; 3 – малые предприятия; 4 – средние предприятия; 5 – большие предприятия; 6 – не указано) предложен следующий алгоритм.

1. Данные по исследуемому показателю для каждой группы сводятся в таблицу по 2019, 2020, 2021 годам;

2. Данные нормируются, то есть делятся на наибольшее значение показателя, после чего рассчитывается агрегированное значение показателя за три года с учетом временной значимости в соответствии с формулой Фишберна:

$$P_{\text{агр}} = 0,167 \cdot P(2017) + 0,333 \cdot P(2018) + 0,5 \cdot P(2019). \quad (1)$$

3. Составляется сводная таблица агрегированных значений исследуемых показателей для шести групп, после чего производится лингвистическое распознавание термов, которым они принадлежат (то есть оценивается динамика каждой группы по каждому из показателей).

4. Производится формирование комплексной оценки отрасли на основе системы показателей «прибыль – налоги – социальное страхование», а также системы нечетко-логических выводов, стандартных пятиуровневых $[0,1]$ классификаторов с последующим лингвистическим распознаванием результата.

Анализ и проектирование программного комплекса. Решение задачи автоматизации трудоемких нечетко-множественных вычислений предполагает интеграцию компонентов информационной системы. Многопользовательский параллельный режим обеспечивается архитектурой «клиент – сервер», построенной на трехуровневой логической модели.

Каждый уровень, определяя комплекс решаемых задач, занимает свое место в иерархической архитектуре распределенной системы [8]:

- уровень представления информации реализует презентационную логику приложения, физически представлен в виде графического пользовательского интерфейса (GUI), обеспечивающего интуитивное человеко-машинное взаимодействие;
- уровень бизнес-логики связывает все уровни архитектуры, определяя базовую функциональность и работоспособность системы;
- уровень хранения данных реализует логику хранения и модификации данных, обеспечивая их целостность, надежность, безопасность, реализацию разделенных транзакций и оперативное представление данных по запросу клиента.

В модели удаленного доступа база данных хранится на сервере, там же реализована бизнес-логика, исполняемая в виде хранимых процедур.

Реализацию этой архитектуры обеспечивает технология ADO.Net, объектная модель которой базируется на двух классах – Data Provider (провайдер, поставщик данных) и Data Set (набор данных). Такой подход позволяет отделить логику подключения к источнику данных от логики их обработки и свободно переносить данные между различными поставщиками.

Бизнес-логика программной системы реализуется посредством нескольких функциональных модулей:

- обработка данных (data processing module) – валидация, обработка и подготовка данных к загрузке;
- импорт данных (data loading module) – выбор и загрузка файла данных, импорт данных в базу;
- модуль данных (data module) – работа с данными;
- анализ данных (data analysis module) – анализ финансово-экономических показателей по годам;

• анализ динамики показателей (data dynamics module) – нечетко-множественный анализ динамики финансово-экономических показателей компаний региона, комплексный анализ развития отрасли в целом.

Проектирование системы высокоуровневой архитектуры выполняется на основе унифицированного языка моделирования UML (unified modeling language) [6]. Комплексная объектно ориентированная модель системы строится на базе двух диаграмм. Диаграммы вариантов использования (use case diagram) выполняют моделирование коммуникаций между акторами (ролями) и прецедентами, определяющими возможности системы в интересах ее акторов [5]. Тем самым обозначаются функциональные требования системы, возможности и границы ее применимости (см. Рисунок 1).

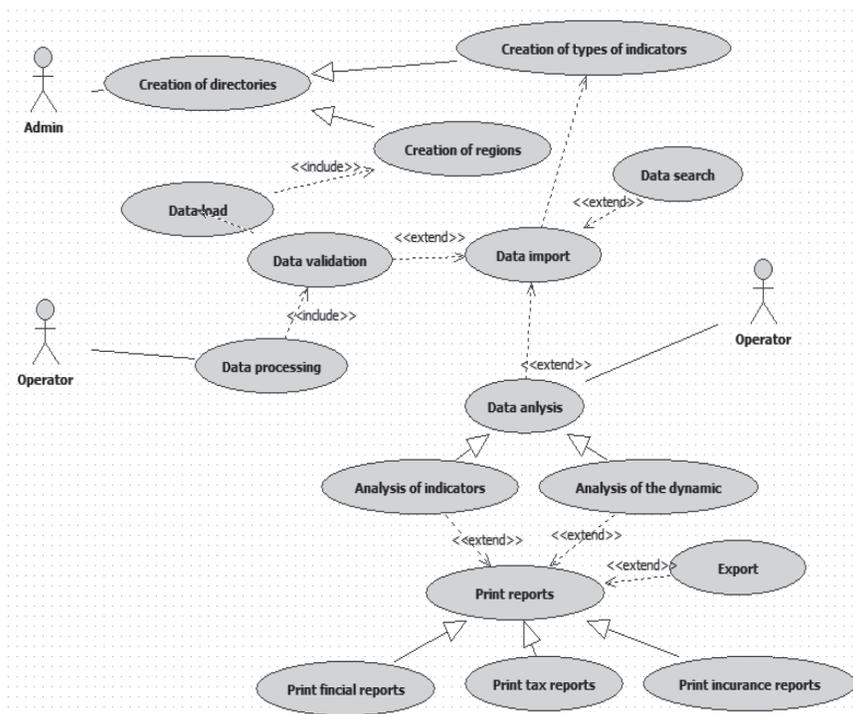


Рисунок 1. Диаграммы вариантов использования

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании

Здесь $\sum_{i=1}^2 A_i$ – базовые акторы (actors) системы; $\sum_{i=1}^{10} UC_i$ – комплекс связанных прецедентов (usecases) системы.

Администратор системы A_1 формирует систему справочников UC_1 , обобщающую UC_{1j} – справочники регионов, видов налоговых выплат и страхования.

Оператор A_2 выполняет обработку данных, которая включает предварительный выбор загрузочного файла (UC_4), загрузку (UC_2) и валидацию данных (UC_3). Базовый прецедент UC_4 расширяется UC_5 – импорт данных в базу. После этого A_2 получает возможность для поиска и фильтрации данных (UC_6), анализа финансово-экономических показателей компаний по годам (UC_7), нечетко-множественного анализа динамики развития компаний и отрасли в

целом (UC_8). На основе экранных форм формируются печатные формы отчетов (UC_9), которые могут быть экспортированы в общедоступные форматы: Excel, pdf, csv (UC_{10}).

Формируемые отчеты включают следующие показатели:

UC_{91} – комплекс финансово-экономических показателей – распределение компаний по группам, суммы доходов, расходов, прибыли по группам;

UC_{92} – комплекс отчетных данных по налоговым выплатам;

UC_{93} – комплекс отчетных данных по страховым выплатам;

UC_{94} – оценка динамики изменения основных финансово – экономических показателей региона за период (3 года), указанный оператором A_2 , включая UC_{94j} – суммарные, относительные и агрегированные значения прибыли по годам;

UC_{95} – оценка динамики показателей по налоговым выплатам региона за период (3 года), указанный оператором A_1 , включая O_{95j} – сводные и относительные значения налоговых выплат в разрезе групп компаний, а также их нечетко-множественные агрегированные оценки;

UC_{96} – комплексная оценка динамики развития отрасли в регионе на основе системы показателей «прибыль», «налоги», «страхование».

Диаграммы классов (class diagram) UML выполняют инфологическое моделирование структуры данных, позволяют получить структурную и функциональную модель реляционной базы данных [10] (см. Рисунок 2).

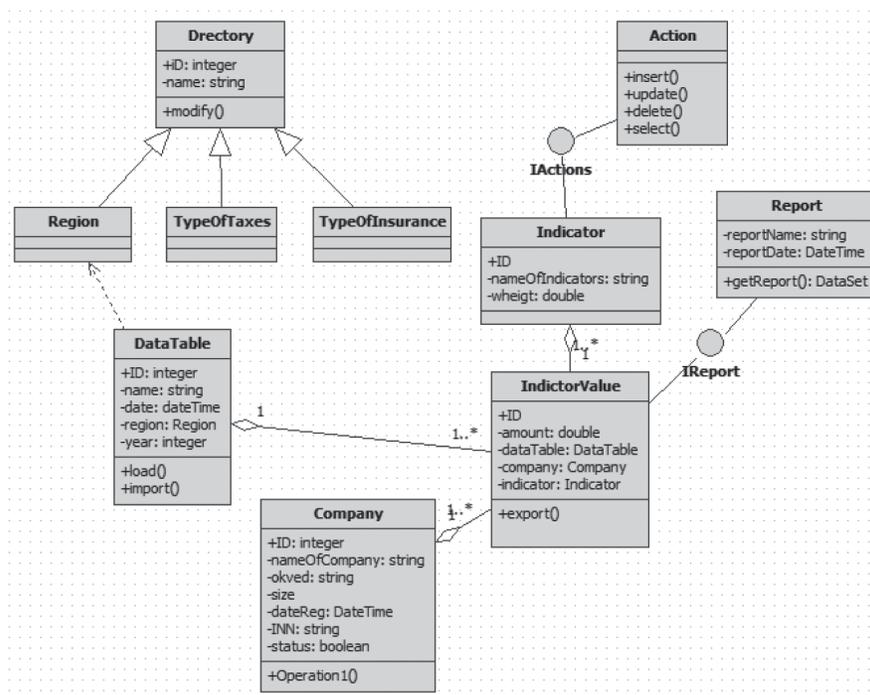


Рисунок 2. Концептуальная модель данных на основе диаграммы классов

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании

Реализация программного решения. Первоначальная загрузка данных выполняется из электронных таблиц Excel заданной структуры через диалоговое окно, обеспечивая

необходимые требования GUI. Полученные через COM-интерфейс данные загружаются в клиентский объект Data Table.

Оценка динамики финансово-экономических показателей. Функциональные возможности модуля анализа динамики финансово-экономических показателей представлены на главной странице Main (см. Таблицу 2).

Таблица 2

Модуль анализа динамики показателей

Данные		Анализ показателей		Анализ динамики		Оценка отрасли																																																																							
<p>Начало Данные Анализ показателей Анализ динамики показателей Оценка отрасли</p> <p>Вид отчета: Динамика прибыли</p> <p><input type="radio"/> Сумма прибыли по группам</p> <p><input type="radio"/> Относительные значения</p> <p><input checked="" type="radio"/> Агрегированные значения</p> <p>Динамика налогов</p> <p><input type="radio"/> УНС</p> <p><input type="radio"/> Налог на прибыль</p> <p><input type="radio"/> Земельный налог</p> <p><input type="radio"/> Налог на имущество</p> <p><input type="radio"/> НДС</p> <p><input type="radio"/> Транспортный налог</p> <p><input type="radio"/> Сводный отчет</p> <p>Динамика страхования</p> <p><input type="radio"/> Социальное страхование</p> <p><input type="radio"/> Пенсионное страхование</p> <p><input type="radio"/> Медицинское страхование</p> <p><input type="radio"/> Сводный отчет</p> <p><input type="radio"/> Сводный общий</p>																																																																													
<p>Учетные данные <input checked="" type="checkbox"/> Выбрать все <input type="checkbox"/> Очистить</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Id</th> <th>Номер</th> <th>Регион</th> <th>Учетный год</th> <th>Дата загрузки</th> <th>Кол-во предприятий</th> <th>Включено</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2007</td> <td>2007-28-6</td> <td>Ростовская обл...</td> <td>2019</td> <td>28.06.2022</td> <td>356</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>2006</td> <td>2006-28-6</td> <td>Ростовская обл...</td> <td>2020</td> <td>28.06.2022</td> <td>446</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>2005</td> <td>1-28-6</td> <td>Ростовская обл...</td> <td>2021</td> <td>28.06.2022</td> <td>362</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>								Id	Номер	Регион	Учетный год	Дата загрузки	Кол-во предприятий	Включено	2007	2007-28-6	Ростовская обл...	2019	28.06.2022	356	<input checked="" type="checkbox"/>	2006	2006-28-6	Ростовская обл...	2020	28.06.2022	446	<input checked="" type="checkbox"/>	2005	1-28-6	Ростовская обл...	2021	28.06.2022	362	<input checked="" type="checkbox"/>																																										
Id	Номер	Регион	Учетный год	Дата загрузки	Кол-во предприятий	Включено																																																																							
2007	2007-28-6	Ростовская обл...	2019	28.06.2022	356	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																							
2006	2006-28-6	Ростовская обл...	2020	28.06.2022	446	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																							
2005	1-28-6	Ростовская обл...	2021	28.06.2022	362	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																							
<p>Таблица данных: Прибыль G3 - тенденция к стагнации</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Итоговые значения</th> <th>Относительные значения</th> <th colspan="3">Агрегированные значения</th> <th>Term</th> <th>Value</th> </tr> <tr> <th>Группа предприятий</th> <th>2019</th> <th>2020</th> <th>2021</th> <th>Aggregated values</th> <th>Term</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Всего по годам</td> <td>0.167</td> <td>0.333</td> <td>0.5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Микропредприя...</td> <td>0.246</td> <td>0.282</td> <td>1</td> <td>0.634988</td> <td>4</td> <td>G4 - тенденция к росту</td> </tr> <tr> <td>Минипредприя...</td> <td>1</td> <td>0.138</td> <td>0</td> <td>0.212954</td> <td>2</td> <td>G2 - тенденция к уменьшению роста</td> </tr> <tr> <td>Малые предпр...</td> <td>0.109</td> <td>0.017</td> <td>1</td> <td>0.523864</td> <td>3</td> <td>G3 - тенденция к стагнации</td> </tr> <tr> <td>Средние предпр...</td> <td>1</td> <td>0.037</td> <td>0</td> <td>0.179321</td> <td>1</td> <td>G1 - устойчивая тенденция к умень...</td> </tr> <tr> <td>Большие предп...</td> <td>1</td> <td>0.001</td> <td>0</td> <td>0.167333</td> <td>1</td> <td>G1 - устойчивая тенденция к умень...</td> </tr> <tr> <td>Информация от...</td> <td>0.021</td> <td>-0.14</td> <td>1</td> <td>0.456887</td> <td>3</td> <td>G3 - тенденция к стагнации</td> </tr> <tr> <td>Всего</td> <td>0.542</td> <td>-0.032</td> <td>1</td> <td>0.579858</td> <td>3</td> <td>G3 - тенденция к стагнации</td> </tr> </tbody> </table>								Итоговые значения	Относительные значения	Агрегированные значения			Term	Value	Группа предприятий	2019	2020	2021	Aggregated values	Term	Value	Всего по годам	0.167	0.333	0.5				Микропредприя...	0.246	0.282	1	0.634988	4	G4 - тенденция к росту	Минипредприя...	1	0.138	0	0.212954	2	G2 - тенденция к уменьшению роста	Малые предпр...	0.109	0.017	1	0.523864	3	G3 - тенденция к стагнации	Средние предпр...	1	0.037	0	0.179321	1	G1 - устойчивая тенденция к умень...	Большие предп...	1	0.001	0	0.167333	1	G1 - устойчивая тенденция к умень...	Информация от...	0.021	-0.14	1	0.456887	3	G3 - тенденция к стагнации	Всего	0.542	-0.032	1	0.579858	3	G3 - тенденция к стагнации
Итоговые значения	Относительные значения	Агрегированные значения			Term	Value																																																																							
Группа предприятий	2019	2020	2021	Aggregated values	Term	Value																																																																							
Всего по годам	0.167	0.333	0.5																																																																										
Микропредприя...	0.246	0.282	1	0.634988	4	G4 - тенденция к росту																																																																							
Минипредприя...	1	0.138	0	0.212954	2	G2 - тенденция к уменьшению роста																																																																							
Малые предпр...	0.109	0.017	1	0.523864	3	G3 - тенденция к стагнации																																																																							
Средние предпр...	1	0.037	0	0.179321	1	G1 - устойчивая тенденция к умень...																																																																							
Большие предп...	1	0.001	0	0.167333	1	G1 - устойчивая тенденция к умень...																																																																							
Информация от...	0.021	-0.14	1	0.456887	3	G3 - тенденция к стагнации																																																																							
Всего	0.542	-0.032	1	0.579858	3	G3 - тенденция к стагнации																																																																							

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании

Для каждого указанного параметра программа выполняет расчет комплексных значений переменной и ее лингвистическое распознавание.

Алгоритм получения комплексных значений показателей реализован в несколько этапов:

1) получение суммарных значений показателей по годам в разрезе групп предприятий (см. Таблицу 3);

Таблица 3

Получение суммарного значения показателя по группам за 3 года (на примере показателя социального страхования)

Итоговые значения		Относительные значения		Агрегированные значения		
Группа предприятий	SUM -2019 год	Кол-во предприятий	SUM -2020 год	Кол-во предприятий	SUM -2021 год	Кол-во предприятий
Микропредприя...	21004430,22	192	25814681,21	236	7555902	254
Минипредприя...	1837929,62	35	3540509,29	42	7936000	3
Малые предпр...	308136,43	8	441569,22	11	20305100	45
Средние предпр...	6251387,53	42	6769637,44	52	2219000	3
Большие предп...	13683,8	7	13683,8	8	0	0
Информация от...	4980762,79	87	5158130,34	95	2343760	58
Всего	34396330,39	371	41738211,3	444	40359762	363

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании

2) расчет относительных значений показателей в перерасчете на одно предприятие исследуемой группы (см. Таблицу 4);

Таблица 4

**Относительные значения показателя за 3 года
(на примере показателя социального страхования)**

Итоговые значения		Относительные значения			Агрегированные значения		
	Группа предприятий	2019	2020	2021			
▶	Микропредприятия (0-5)	109398,07	109384,24	29747,65			
	Минипредприятия (6-10)	52512,27	84297,84	2645333,33			
	Малые предприятия (11-15)	38517,05	40142,66	451224,44			
	Средние предприятия (16-50)	148842,56	130185,34	739666,67			
	Большие предприятия (50-100)	1954,83	1710,48	0			
	Информация отсутствует	57250,15	54296,11	40409,66			
*	Всего	408474,93	420016,67	3906381,75			

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании

3) расчет агрегированных значений показателей по группам (см. Таблицу 5);

Таблица 5

**Агрегированные значения показателя за 3 года
(на примере показателя социального страхования)**

Итоговые значения		Относительные значения			Агрегированные значения		
	Группа предприятий	2019	2020	2021	Aggregated values	Term	Value
▶	Веса по годам	0,167	0,333	0,5			
	Микропредприятия (0-5)	1	1	0,272	0,636	4	G4 - тенденция к росту
	Минипредприятия (6-10)	0,02	0,032	1	0,513996	3	G3 - тенденция к стагнации
	Малые предприятия (11-15)	0,085	0,089	1	0,543832	3	G3 - тенденция к стагнации
	Средние предприятия (16-50)	0,201	0,176	1	0,592175	3	G3 - тенденция к стагнации
	Большие предприятия (50-100)	1	0,875	0	0,458375	3	G3 - тенденция к стагнации
	Информация отсутствует	1	0,948	0,706	0,835684	5	G5 - устойчивая тенденция к росту
*	Всего	0,105	0,108	1	0,553499	3	G3 - тенденция к стагнации

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании

Для получения комплексной оценки данные сначала нормируются, то есть делятся на наибольшее значение показателя. После этого выполняется расчет агрегированных значений показателя за 3 года с учетом временной значимости и в соответствии с формулой Фишберна (1). Составляется сводная таблица агрегированных значений для шести групп и выполняется лингвистическое распознавание термов, которым они принадлежат. Значения по отдельным видам налогов, страхования и прибыли агрегируются в общую комплексную оценку (см. Таблицу 6).

Таблица 6

Анализ агрегированных значений по всем видам налоговых выплат, страхования и прибыли за 3 года

Анализ агрегированных значений налогов, страхования, прибыли по группам за три года												
Группа предприятий	УНС	Налог на прибыль	Земельный	На имущество	НДС	Транспортный	Итого	Социальное	Пенсионное	Медицинское	Итого	Прибыль
Микропредприя...	-61,711	0,3465	0,782051	0,3345	0,343	0,733433	-0,46900377847...	0,475851	0,406679	0,399172	0,407868883106...	0,634988
Терм	1	2	4	2	2	4	1	3	3	2	3	4
Минипредприя...	0,167	0,333	NaN	0,333	0,333	0,333	0,328711633293...	0,386774	0,414663	0,374249	0,404358003347...	0,212954
Терм	1	2	1	2	2	2	2	2	3	2	3	2
Малые предпр...	0,541082	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,508947664674...	0,542332	0,55669	0,527832	0,547174479319...	0,523864
Терм	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Средние предпр...	0,167	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,361446368050...	0,360806	0,328172	0,360473	0,338935922853...	0,178321
Терм	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Большие пред...	0,167	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0,167	0,167333	0,167	0,167	0,167086101929...	0,167333
Терм	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Информация от...	0,405	0,517982	0,560939	0,5	0,570929	0,333	0,559284508142...	0,637866	0,55761	0,548452	0,556915479955...	0,456887
Терм	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании

Комплексная оценка динамики развития отрасли. Формирование комплексной оценки отрасли выполняется на основе системы показателей «прибыль – налоги – страхование», а также системы стандартных пятиточечных $[0,1]$ классификаторов с последующим лингвистическим распознаванием результата.

Результаты и их обсуждение

Как было установлено, картина распределения прибыли в ИТ-отрасли за три года может быть представлена таблицей (см. Таблицу 7). Поскольку количество предприятий с доступными данными за 2019–2021 годы существенно разнится, будем исследовать не абсолютные значения показателей, а относительные в пересчете на одно предприятие исследуемой группы.

Таблица 7

Сумма прибыли по группам

Итоговые значения		Относительные значения	Агрегированные значения			
Группа предприятий	SUM -2019 год	Кол-во предприятий	SUM -2020 год	Кол-во предприятий	SUM -2021 год	Кол-во предприятий
▶ Микропредприя...	798124239	192	940237239	236	926079168	254
Минипредприя...	62971000	35	95341000	42	2119556400	3
Малые предпр...	17270000	8	19908000	11	1448780125	45
Средние предпр...	57724153	42	85053153	52	87426990	3
Большие предп...	450000	7	450000	8	0	0
Информация от...	140128000	87	157302000	95	122404811	58
* Всего	1076667392	371	1298291392	444	4704247494	363

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании

Относительные значения прибыли приведены в Таблице 8.

Таблица 8

Относительные значения прибыли по группам

Группа предприятий	2019	2020	2021
Микропредприятия (0-5)	4156897,08	3984056,1	3645980,98
Минипредприятия (6-10)	1799171,43	2270023,81	706518800
Малые предприятия (11-15)	2158750	1809818,18	32195113,89
Средние предприятия (16-50)	1374384,6	1635637,56	29142330
Большие предприятия (50-100)	64285,71	56250	0
Информация отсутствует	1610666,67	1655810,53	2110427,78
Всего	11164155,49	11411596,18	773612652,65

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании

Расчет агрегированных значений показателей, а также анализ динамики прибыли за 3 года по группам на основе лингвистического распознавания представлен в Таблице 9.

Таблица 9

Расчет агрегированных значений прибыли по группам, анализ динамики прибыли

Группа предприятий	2019	2020	2021	Aggregate Values	Term	Values
Микропредприятия	1	0,958	0,877	0	1	G1 - устойчивая тенденция к уменьшению роста
Минипредприятия	0,003	0,003	1	0,75	4	G4 - тенденция к росту
Малые предприятия	0,067	0,056	1	0,5	3	G3 - тенденция к стагнации
Средние предприятия	0,047	0,056	1	1	5	G5 - устойчивая тенденция к росту
Большие предприятия	1	0,875	0	0	1	G1 - устойчивая тенденция к уменьшению роста
Информация отсутствует	0,763	0,785	1	1	5	G5 - устойчивая тенденция к росту
Всего	0,015	0,014	0,8505	0,5	3	G3 - тенденция к стагнации

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании

На Рисунке 3 представлена динамика изменения нормированных значений прибыли по группам предприятий.

Исследование динамики показателей по налогам. Данные по налогам за 2019–2021 годы приведены, соответственно, в Таблицах 10–12.

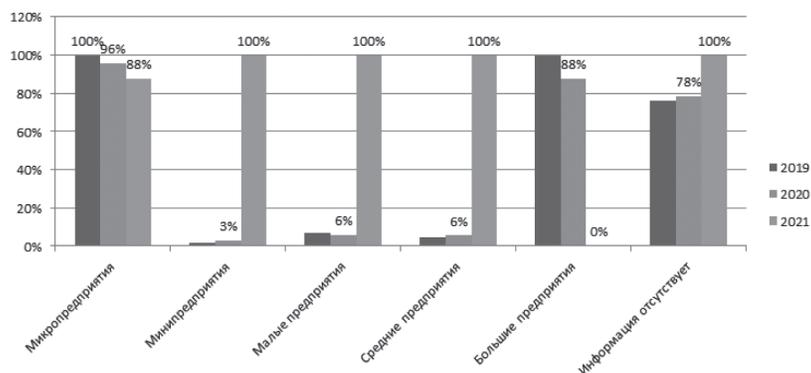


Рисунок 3. Динамика изменения нормированных значений прибыли по группам предприятий

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании

Таблица 10

Общая сумма налогов по группам за 2019 год

Группа	Sum (УСН)	Sum (на прибыль)	Sum (земельный)	Sum (на имущество)	Sum (НДС)	Sum (на транспорт)	Итого, тыс. руб.
Микро-предприятия	11575,94	0	0	0	0	0	11575,94
Мини-предприятия	18184,18	0	0	0	0	0	18184,18
Малые предприятия	4042,84	0	0	0	0	0	4042,84
Средние предприятия	71062,22	0	0	0	0	0	71062,22
Большие предприятия	3938,2	0	0	0	0	0	3938,2
Информация отсутствует	868,79	0	0	0	0	0	868,79
Всего	109672,17	0	0	0	0	0	109672,17

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании.

Таблица 11

Общая сумма налогов по группам за 2020 год

Группа	Sum (УСН)	Sum (на прибыль)	Sum (земельный)	Sum (на имущество)	Sum (НДС)	Sum (на транспорт)	Итого, тыс. руб.
Микро-предприятия	0	216457,47	564,33	8202,37	966254,28	127,01	1191605458
Мини-предприятия	0	2512,39	0	2,2	3666,11	0,73	6181429
Малые предприятия	0	0	0	0	0	0	0
Средние предприятия	0	1015,22	1516,01	1097,53	33491,59	81,95	37202292,19

Программная реализация нечетко-множественных моделей комплексной оценки ...

Продолжение таблицы 11

Большие пред- приятия	0	0	0	0	0	0	0
Информация отсутствует	0	21313,02	3,28	1,53	304138,62	170,83	325627290
Всего	0	241298,1	2083,62	9303,63	1307550,6	380,52	1560616469

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании.

Таблица 12

Общая сумма налогов по группам за 2021 год

Группа	Sum (УСН)	Sum (на прибыль)	Sum (зе- мельный)	Sum (на имущество)	Sum (НДС)	Sum (на транс- порт)	Итого, тыс. руб.
Микро-пред- приятия	47043,24	10587,37	720,1	27,2	21258,3	195,88	79832,09
Мин- предприятия	294,4	234000	0	6800	821000	0	1062094400
Малые пред- приятия	42454	61602,1	1502	1049	102320,21	218,71	209146025
Средние предприятия	3905	0	0	0	0	0,99	3905990
Большие предприятия	0	0	0	0	0	0	0
Информация отсутствует	580,81	4194,6	10,9	0	49362	0	54148311
Всего	94277,45	310384,07	2233	7876,2	993940,51	415,58	1329294726

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании.

Расчет агрегированных значений приведен в Таблице 13.

Таблица 13

Расчет агрегированных значений налогов по группам

Группа предприятий	УНС	Налог на прибыль	Земельный	На имущество	НДС	Транспортный	Итого
Микропредприя...	0,5	0,516506	0,852362	0,442559	0,459549	0,81393	0,60943402
Терм	3	3	5	3	3	5	4
Минипредприя...	0,5	0,5005		0,5	0,5	0,444389	0,500221594308...
Терм	3	3		3	3	3	3
Малые предпри...	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Терм	3	3	3	3	3	3	3
Средние предпр...	0,5	0,460421	0,436064	0,436064	0,451382	0,59949	0,49018157
Терм	3	3	3	3	3	3	3
Большие предп...							
Терм							
Информация от...	0,5	0,506184	0,593507	0,333	0,469335	0,45992	0,473503346909...
Терм	3	3	3	2	3	3	3

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании

Анализ динамики налогов за 3 года по группам на основе лингвистического распознавания представлен на Рисунке 4.

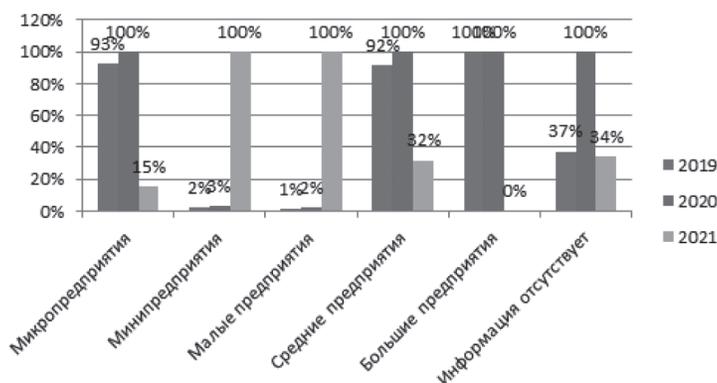


Рисунок 4. Динамика изменения нормированных значений налоговых выплат по группам предприятий

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании

Исследование динамики показателей по страхованию. Расчет агрегированных значений и анализ динамики страховых выплат за 3 года по группам на основе лингвистического распознавания представлен в Таблице 14.

Таблица 14

Анализ динамики страховых выплат за три года по группам

Группа предприятий	Социальное	Пенсионное	Медицинское	Итого
Микропредприятия (0-5)	0,477851	0,408679	0,400672	0,409801020659...
Терм	3	3	3	3
Минипредприятия (6-10)	0,512326	0,503332	0,501832	0,503062679308...
Терм	3	3	3	3
Малые предприятия (11-15)	0,543832	0,557357	0,528832	0,548147330845...
Терм	3	3	3	3
Средние предприятия (16-50)	0,609042	0,636405	0,592369	0,619097883727...
Терм	4	4	3	4
Большие предприятия (50-1...)	0,167333	0,167	0,167	0,167086101929...
Терм	1	1	1	1
Информация отсутствует	0,620673	0,621504	0,615836	0,619964659998...
Терм	4	4	4	4

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании.

Комплексная оценка динамики развития ИТ-отрасли на основе системы показателей «прибыль – налоги – социальное страхование». С использованием программного комплекса выполним формирование комплексной оценки отрасли на основе систе-

Программная реализация нечетко-множественных моделей комплексной оценки ...

мы показателей «прибыль – налоги – социальное страхование», а также системы стандартных пятиуровневых [0,1] классификаторов с последующим лингвистическим распознаванием результата. Результат показан в Таблице 14.

Таблица 15

**Комплексная оценка ИТ-отрасли на основе системы показателей
«прибыль – налоги – социальное страхование»**

	№ Показатель	Значени	Вес	Терм 1	Терм 2	Терм 3	Терм 4	Терм 5
				G1	G2	G3	G4	G5
	1 УНС	0,5	0,1	0	0	1	0	0
	2 Налог на прибыль	0,5065	0,1	0	0	1	0	0
	3 Земельный налог	0,9362...	0,1	0	0	0	0	1
	4 Налог на имущество	0,5130...	0,1	0	0	1	0	0
	5 НДС	0,5091...	0,1	0	0	1	0	0
	6 Транспортный налог	0,7949...	0,1	0	0	0	0,55021	0,44979
	7 Социальное страхование	0,5534...	0,1	0	0	0,9650...	0,0349...	0
	8 Пенсионное страхование	0,518	0,1	0	0	1	0	0
	9 Медицинское страхование	0,5166...	0,1	0	0	1	0	0
	10 Прибыль	0,5000	0,1	0	0	1	0	0
»*	Центры тяжести термов			0	0	0,6965...	0,0585...	0,1449...

Комплексная оценка

0.516071125

G3 - тенденция к стагнации

$M_{G1}(G1 - \text{устойчивая тенденция к уменьшению роста})=0$
 $M_{G2}(G2 - \text{тенденция к уменьшению роста})=0$
 $M_{G3}(G3 - \text{тенденция к стагнации})=1$
 $M_{G4}(G4 - \text{тенденция к росту})=0$
 $M_{G5}(G5 - \text{устойчивая тенденция к росту})=0$

Примечание: составлено авторами на основании данных, полученных в исследовании

Выводы

По результатам нечетко-множественного анализа развития ИТ-отрасли в Ростовской области превалирует терм G3 – «Тенденция к стагнации». В год пандемии COVID-19 (2020) произошли следующие изменения в ИТ-отрасли Ростовской области. Во-первых, полностью исчезли большие предприятия и существенно сократилось количество средних предприятий, которые перешли в группы малых предприятий и мини-предприятий в результате оптимизации штата сотрудников. Во-вторых, у мини-предприятий и малых предприятий наблюдается абсолютный рост прибыли, налогов и социальных выплат. У микропредприятий наблюдается обратная тенденция – сокращение прибыли, налогов и социальных выплат. В группе средних предприятий в целом наблюдается стагнация.

Заключение

Разработано программное обеспечение, реализующее интеллектуальные алгоритмы нечетко-множественной модели финансового анализа, что отличает его от существующих

ющих на данный момент финансово-аналитических программ. Практическая новизна созданного программного обеспечения состоит в создании интерфейса для импорта исходных аналитических данных, полученных в результате скейпинга открытых интернет-источников (testfirm, audit-it); формировании комплексных нечетко-множественных оценок в разрезе групп предприятий по отдельным показателям, динамики развития отдельных групп предприятий и отрасли в целом.

С использованием разработанного программного комплекса выполнен анализ финансово-экономических показателей ИТ-отрасли Ростовской области за 2021 год, включающий распределение предприятий по группам, оценку финансовых показателей компании (доходы, расходы, прибыль), оценку налоговых и страховых выплат. На основе полученных результатов выполнена нечетко-логическая оценка динамики изменения показателей прибыли, налоговых и страховых выплат, а также комплексная оценка развития ИТ-отрасли.

Литература

1. Абилдаева Г. Б., Жанкоразова Н. Н., Жанадил М. О. Технология ADO и средства доступа к реляционным базам данных // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 156–158.
2. Антаманова Е. В. Финансовый результат деятельности предприятия и подходы к его анализу // РППЭ. 2018. № 11 (97).
3. Дербичева А. А. Формирование модели анализа финансового результата деятельности организации // Учет. Анализ. Аудит. 2018. № 2.
4. Крамаров С. О., Сахарова Л. В. Управление сложными экономическими системами методом нечетких классификаторов // Научный вестник ЮИМ. 2017. № 2. С. 42–50.
5. Макеева О. В., Сартаков М. В., Чернов Е. А. Моделирование информационных процессов с помощью UML // Инновации и инвестиции. 2021. № 9.
6. Петухов Р. Н. Применение технологии «тонкий клиент» на промышленных предприятиях // Молодой ученый. 2016. № 17 (121). С. 71–74.
7. Селяков М. А. Трехуровневая архитектура микросервиса BASP.NET // Вестник науки. 2020. № 4 (25).
8. Танатканова А. К., Жамбаева А. К. Построение клиент-серверных приложений // Наука и образование сегодня. 2019. № 6-2 (41).
9. Arapova E. A. (2020) Assessment of the availability of educational resources for persons with disabilities on the basis of existing quality assessment standards software, *Modern Information Technologies and IT-Education*, vol. 16, No. 1, pp. 177–186.
10. Davydova K. V., Shershakov S. A. (2017) Mining hybrid uml models from event logs of SOA systems // Труды ИСПРАН, № 4.

References

1. Abildaeva G. B., Zhankorazova N. N., Zhanadil M. O. (2015) *Tekhnologiya ADO i sredstva dostupa k relyacionnym bazam dannyh* [ADO technology and means of access to relational databases]. *Molodoj uchenyj*, No. 11 (91) pp. 156–158 (in Russian).
2. Antamanova E. V. (2018) *Finansovyy rezul'tat dejatel'nosti predpriyatija i podhody k ego analizu* [Financial result of the enterprise and approaches to its analysis]. *RPPJe*, No. 11 (97) (in Russian).
3. Derbicheva A. A. (2018) *Formirovanie modeli analiza finansovogo rezul'tata dejatel'nosti organizacii* [Formation of a model for analyzing the financial result of an organization]. *Uchet. Analiz. Audit*, No. 2 (in Russian).

4. Kramarov S.O., Sakharova L.V. (2017) *Upravljenje slozhnymi jekonomicheskimi sistemami metodom nechetkih klassifikatorov* [Management of complex economic systems by the method of fuzzy classifiers]. *Nauchnyj vestnik JuIM*, No. 2, pp. 42–50 (in Russian).
5. Makeeva O.V., Sartakov M.V., Chernov E.A. (2021) *Modelirovanie informacionnyh processov s pomoshh'ju UML* [Modeling information processes using UML]. *Innovacii i investicii*, No. 9 (in Russian).
6. Petuxov R.N. (2016) *Primenenie tehnologii «tonkij klient» na promyshlennyh predpriyatijah* [Application of “thin client” technology in industrial enterprises]. *Molodoj uchenyj*, No. 17 (121), pp. 71–74 (in Russian).
7. Selyakov M.A. (2020) *Trehurovnevaja arhitektura mikroservisa VASP.NET* [Three-tier architecture of the BASP.NET microservice]. *Vestnik nauki*, No.4 (25).
8. Tanatkanova A.K., Zhambaeva A.K. (2019) *Postroenie klient-servernyh prilozhenij* [Building client-server applications]. *Nauka i obrazovanie segodnja*, No. 6-2 (41) (in Russian).
9. Arapova E.A. (2020) Assessment of the availability of educational resources for persons with disabilities on the basis of existing quality assessment standards software, *Modern Information Technologies and IT-Education*, vol. 16, No. 1, pp. 177–186.
10. Davydova K.V., Shershakov S.A. (2017) Mining hybrid uml models from event logs of SOA systems // Труды ИСПРАН, № 4.