

4. Индикаторы инновационной деятельности: 2022 : стат. сб. / В. В. Власова, Л. М. Гохберг, Г. А. Грачева [и др.]. – М., 2022. – 292 с.

5. Салтанова, Т. А., Митина, И. А. Инновационное развитие и проблемы его регулирования в формате экономической безопасности // Вестник РГЭУ (РИНХ). – 2021. – № 1 (73). – С. 168-174.

Bibliographic list

1. Russian statistical yearbook. 2021 : stat. collection / Rosstat. – М., 2021. – 692 p.

2. Afanasiev, A. A. Technological sovereignty: the main directions of policy to

achieve it in modern Russia // Issues of innovative economics. – 2022. – Vol. 12, № 4. – P. 2193-2212.

3. Mitina, I. A. Regional aspects of innovation policy // Bulletin of RSEA. – 2002. – № 2 (15). – P. 7-10.

4. Indicators of innovative activity: 2022 : stat. collection / V. V. Vlasova, L. M. Gokhberg, G. A. Gracheva [etc.]. – М., 2022. – 292 p.

5. Saltanova, T. A., Mitina, I. A. Innovative development and problems of its regulation in format of economic security // Vestnik of RSUE (RINH). – 2021. – № 1 (73). – P. 168-174.

DOI 10.54220/V.RSUE.1991-0533.2023.2.28.006

Н. А. Рутта, Л. В. Сахарова

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ИТ-ОТРАСЛИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ИАД

Аннотация

Задачей настоящей статьи является исследование корреляционных зависимостей между финансовыми коэффициентами отдельно взятой отрасли на основе данных из открытых интернет-источников, а также разработка алгоритма выявления устойчивых тенденций в экономике на основе нечетко-множественного агрегирования временных рядов коэффициентов корреляции. На основе корреляционного анализа разработана методика, позволяющая формировать когнитивную матрицу взаимного влияния показателей, пригодную для динамического моделирования развития ситуации на основе нечеткой когнитивной модели, с использованием СППР «ИГЛА». Осуществлена апробация разработанной методики на основе методов ИАД для ИТ-отрасли Ростовской области. Сформированы рекомендации по управлению отраслью на основе анализа сценариев развития ситуации.

Ключевые слова

Финансовые коэффициенты, корреляционный анализ, когнитивная матрица взаимного влияния, нечеткая когнитивная модель.

N. A. Rutta, L. V. Sakharova

MATHEMATICAL MODEL OF STATE REGULATION OF IT-INDUSTRIES OF ROSTOV REGION BASED ON IAD METHOD

Annotation

Objective of this article is to study the correlation dependencies between the financial coefficients of particular industry based on data from open Internet sources, as well as to develop an algorithm for identifying stable trends in economy based on fuzzy multiple aggregation of

time series of correlation coefficients. On the basis of correlation analysis, a technique has been developed that allows forming a cognitive matrix of mutual influence of indicators, suitable for dynamic modeling of development of situation based on fuzzy cognitive model, using the IGLA DSS. Approbation of developed methodology based on IAD methods for IT-industry of Rostov region was carried out. Recommendations on management of industry based on analysis of scenarios of situation are formed.

Keywords

Financial ratios, correlation analysis, cognitive matrix of mutual influence, fuzzy cognitive model

Введение

Корреляция предназначена для изучения степени взаимосвязи между двумя рассматриваемыми переменными. Коэффициент корреляции является мерой для количественной оценки такой степени взаимосвязи переменных. Как правило, в приложениях используются два коэффициента корреляции, а именно: коэффициент Пирсона и коэффициент ранговой корреляции Спирмена [1-3].

В 1896 г. коэффициент корреляции впервые был сформулирован и исследован Карлом Пирсоном [4], с концепциями корреляции Фрэнсиса Гальтона и относительного вклада Огюста Браве [5]. Хауке и Коссовски [4] действительно подтверждают, что коэффициент корреляции момента произведения Пирсона (R или r) является шкалой для измерения силы линейной связи между переменными. Поскольку он измеряет степень линейной связи переменных, следует учитывать интервальные или относительные переменные при условии, что рассмотренные переменные должны попадать в нормальное распределение.

Поскольку корреляция подразумевает ассоциативную связь двух переменных, все еще существует вероятность того, что исследование может ошибочно концептуализировать корреляцию как причинно-следственный эффект. Поэтому в исследованиях следует обратить внимание на то, как интерпретировать коэффициент корреляции. Корреляция исследует тип (положительный, отрицательный или отсутствует) и степень связи (величина близости) между двумя пе-

ременными, однако корреляция никогда не предоставляет информации о том, какова взаимосвязь между ними [5, 6]. Поэтому при обнаружении корреляционной зависимости между двумя величинами необходимо проводить дополнительные исследования для выявления причинно-следственной связи. Одним из предпочтительных видов математического аппарата исследования является аппарат нечетких множеств [7].

Как показал анализ литературы, соответствующий математический аппарат в настоящее время недостаточно разработан.

Между тем корреляционный анализ в настоящее время может стать важнейшим инструментом создания автоматизированных систем принятия решений в экономике, в первую очередь в финансовом анализе на региональном уровне.

В настоящее время разработан ряд практических моделей комплексной оценки финансово-экономического состояния предприятия, основанных на спектр-балльных моделях (например, методика Audit-IT [8] и TestFirm [9]). В качестве исходного материала для анализа программы используют находящуюся в открытом доступе бухгалтерскую отчетность предприятий. Итогом работы программ является развернутый анализ устойчивости, платежеспособности и эффективности деятельности предприятия, а также вывод о его финансово-экономическом состоянии в целом; кроме того, результатом являются рекомендации, ориентированные на потенциальных кредиторов и деловых партнеров.

Однако в настоящее время практически отсутствуют программы, позволяющие осуществлять анализ отдельной отрасли производства по ОКВЭД, а также осуществлять программную поддержку принятия управленческих решений для государственного регулирования как финансовыми, так нефинансовыми инструментами.

Авторами статьи разработан программный комплекс, позволяющий осуществлять расчет агрегированных финансовых коэффициентов заданной отрасли, а также прибыли, уплаченных налогов и социальных выплат, на основе алгоритмов нечеткой логики и парсинга данных с сайта TestFirm [10-12].

Следующим этапом работы является разработка методики принятия управленческих решений на основе полученных оценок. Важной задачей на данном этапе является исследование взаимосвязей между финансовыми коэффициентами, формирование списка мер, направленных на их улучшение, и разработка алгоритма, позволяющего выбирать стратегии для управления отраслью, приводящие к достижению заданных результатов.

Анализ литературы показал, что существующие исследования корреляционных связей между финансовыми показателями имеют частный характер и относятся, как правило, к методам диагностики финансово-экономического состояния отдельного предприятия [13-15]. Наиболее распространены исследования зависимостей финансовых коэффициентов в моделях прогнозирования финансового банкротства предприятия [16, 17]. Отсутствуют материалы, на основании которых можно было бы говорить об установленных корреляционных зависимостях между финансовыми коэффициентами отдельной отрасли.

Задачей настоящей статьи является исследование корреляционных зависимостей между финансовыми коэффициентами отдельно взятой отрасли на основе данных из открытых интернет-источников, а также разработка алгорит-

ма выявления устойчивых тенденций в экономике на основе нечетко-множественного агрегирования временных рядов коэффициентов корреляции.

Предложен метод расчета агрегированных коэффициентов корреляции с использованием стандартных многоуровневых $[0,1]$ -классификаторов, с использованием стандартной классификации оценок силы корреляции. На основе матрицы агрегированных оценок силы связи построена матрица взаимного влияния показателей, являющихся отправным пунктом для нечеткого когнитивного анализа с целью выработки стратегий для улучшения финансово-экономического состояния отрасли. Установлено, что для удовлетворительного анализа взаимного влияния коэффициентов финансово-экономического состояния необходимо, чтобы соответствующий нечетко-логический граф, получаемый в результате визуализации, обладал, с одной стороны, достаточной связностью, с другой стороны, достаточной простотой, необходимой для выявления связи между показателями. Предлагается следующий подход к оптимизации нечетко-логического графа: подобно тому, как в моделях множественной регрессии из рассмотрения исключаются переменные, сильно коррелированные с другими переменными, так и в настоящей модели мы предлагаем исключать из модели показатели, обладающие высокой либо очень высокой степенью корреляции с остальными показателями.

Теоретические обоснования

Существующий математический аппарат оценки корреляции между переменными. Значение коэффициента корреляции всегда находится в диапазоне от 1 до -1, и оно рассматривает его как общий показатель силы связи между переменными. Знак коэффициента показывает, изменяются ли переменные в одном и том же или в противоположных направлениях: положительное значение означает, что переменные изменяются вместе в одном и том же направлении, а отрица-

тельное значение означает, что они изменяются вместе в противоположных направлениях. Абсолютное значение коэффициента корреляции свидетельствует о силе корреляции: чем больше абсолютное значение, тем сильнее корреляция.

Существует множество различных рекомендаций по интерпретации коэффициента корреляции, поскольку результаты могут сильно различаться в зависимости от области исследования. Ниже приведена таблица 1 для интерпретации силы корреляции в зависимости от значения коэффициента корреляции. Необходимо учитывать контекст и цель исследования при формировании выводов. Например, если в большинстве результатов исследования коэффициент корреляции приближается к 0,9, то и коэффициент корреляции 0,58 может быть низким в этом контексте.

Наиболее часто используемым коэффициентом корреляции является r

Пирсона, поскольку он позволяет делать строгие выводы. Он параметрический и измеряет линейные отношения. Непараметрические тесты коэффициентов ранговой корреляции суммируют нелинейные отношения между переменными. Коэффициенты Спирмена и Кендалла имеют одинаковые условия для использования, но коэффициент Кендалла обычно предпочтительнее для небольших образцов, тогда как коэффициент Спирмена используется более широко.

Все существующие коэффициенты корреляции отражают одномоментную связь между величинами, и отсутствует соответствующий математический аппарат для исследования корреляции между двумя переменными, отраженными временными рядами. Поэтому в настоящей статье предложен подход, позволяющий строить агрегированные коэффициенты корреляции за ряд лет на основе аппарата нечеткой логики (табл. 1).

Таблица 1 – Оценки силы корреляции на основе числовых значений коэффициентов корреляции

Коэффициент корреляции	Сила корреляции	Тип корреляции
от -0,7 до -1	Очень сильная	Отрицательный
от -0,5 до -0,7	Сильная	Отрицательный
от -0,3 до -0,5	Умеренная	Отрицательный
от 0 до -0,3	Слабая	Отрицательный
0	Нейтральная	Нуль
от 0 до 0,3	Слабая	Положительный
от 0,3 до 0,5	Умеренная	Положительный
от 0,5 до 0,7	Сильная	Положительный
0,7 до 1	Очень сильная	Положительный

Агрегирование показателей на основе системы нечетко-логических выводов – нечетких многоуровневых классификаторов. Как следует из таблицы 1, простое суммирование значений коэффициентов корреляции для временных рядов данных может привести к компенсации значений противоположных знаков и, соответственно, неверным выводам. Указанная проблема является одной из наиболее существенных препятствий при расчете комплексных значений показателей. Наиболее перспективным выходом

из ситуации является агрегирование данных на основе математического аппарата нечеткой логики. Предлагается для агрегирования результатов использовать систему нечетко-логических выводов – стандартных восьмиуровневых – [0,1]-классификаторов.

Данные операторы представляют собой частный случай операторов упорядоченного взвешенного усреднения (OWA), параметризованного класса операторов агрегации среднего типа, введенных Рональдом Р. Ягером [18, 19].

Это параметризованный класс операторов агрегации среднего типа. Если определены веса операторов OWA, то будут получены специальные операторы агрегации, такие как операторы max, среднего арифметического и минимума [20-24]. С тех пор, как он появился, он привлек большое внимание со стороны большого числа известных ученых-исследователей [25-27]. Благодаря своей практичности он широко применяется в различных областях, таких как машинное обучение [28], улучшение сигнала ЭЭГ [29], слияние данных временных рядов [30] и оценка риска [31-32].

Процесс реализации оператора OWA состоит из трех этапов: (1) Входные значения переставляются в порядке убывания; (2) Веса переставленных входных значений определяются эффективным методом; (3) Наконец, согласно полученным весам, эти переставленные входные значения агрегируются в одно значение [18]. А. В. Недосекиным были введены в рассмотрение нечеткие многоуровневые [0,1]-классификаторы как частный случай классификаторов Ягера [33-35].

Указанный тип классификаторов использован в данной работе в двух вариантах: для агрегирования временных рядов построения оценки на основе выборки. Так, например, для агрегирования временных рядов в качестве носителя

лингвистической переменной определен отрезок вещественной оси [0,1]. Лингвистическая переменная «сила корреляции» имеет терм-множество значений G , состоящее из восьми термов: G_1 – «очень сильная отрицательная связь»; G_2 – «сильная отрицательная связь»; G_3 – «умеренная отрицательная связь»; G_4 – «слабая отрицательная связь»; G_5 – «слабая положительная связь»; G_6 – «умеренная положительная связь»; G_7 – «сильная положительная связь»; G_8 – «очень сильная положительная связь».

Функции принадлежности каждого из термов имеют форму, соответствующую нечеткому трапезоидному числу $x = (a, b, c, d)$:

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x < b; \\ 1, & b \leq x < c; \\ \frac{x-d}{c-d}, & c \leq x < d; \end{cases}$$

Трапезоидные нечеткие числа можно получить на основе таблицы 1. Функции принадлежности, представленные нечеткими трапециевидными числами, строятся по следующему правилу: если $[A, B]$ – исходный интервал, соответствующий обычной (четкой) оценке, то соответствующее нечеткое трапециевидное число имеет вид:

$$(A-0,1*(B-A); A+0,1*(B-A); B-0,1*(B-A); B+0,1*(B-A)),$$

то есть зона неопределенности оценки составляет 20% от исходной длины интервала, а 80% остается в зоне определенной оценки.

В соответствии с правилами формирования оценок на основе 8-уровневого нечеткого классификатора переход к весам термов лингвистической переменной g = «комплексная оценка состояния системы» имеет вид:

$$p_l = \sum_{i=1}^N k_i \mu_l(X_i), \quad l = 1, \dots, 8.$$

Тогда значение самой оценки γ имеет вид:

$$g = \sum_{l=1}^8 p_l \bar{g}_l, \quad \text{где } \bar{g}_l, \text{ узлы классификатора определены формулой.}$$

Заключительный этап – вычисление $\mu(g)$ и ее лингвистическое распознавание в соответствии с заданным терм-множеством $G = \{G_1, G_2, G_3, G_4, G_5\}$. Для определения весов возможны следующие варианты:

1) показатели равнозначны, следовательно, имеют одинаковые веса; 2) показатели ранжированы в порядке убывания их значимости, веса определены по правилу Фишберна; 3) веса определяют

ся на основе оценок экспертов; и т. д. Построение комплексной оценки на основе выборки будет рассмотрено ниже.

Результаты исследования на примере финансово-экономических показателей отрасли и их обсуждение

Агрегирование финансово-экономических показателей по группам. При-

мененная методика, математический аппарат и программное обеспечение подробно описаны в работах [10-12]. Материалом для анализа являются основные финансово-экономические показатели отдельных предприятий отрасли, приведенные в таблице 3. Критерии их оценки приведены в той же таблице.

Таблица 3 – Основные финансово-экономические показатели, доступные на сайте TestFirm [11]

	Название показателя	Определение показателя	Критерии оценки
Финансовая устойчивость организации			
K11	Коэффициент автономии	Отношение собственного капитала к общей сумме капитала. Альтернативное название показателя – коэффициент финансовой независимости	$\infty < \text{критич.} < 0 \leq \text{хор.} < 0.43 \leq \text{отлич.} < 0.67 \leq \text{хор.} < 1 \leq \text{неуд.} < \infty$
K12	Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	Характеризует наличие у организации собственных оборотных средств, необходимых для его финансовой устойчивости; коэффициент обеспеченности текущих активов	$\infty < \text{критич.} < -0.2 \leq \text{неуд.} < 0.1 \leq \text{хор.} < 0.15 \leq \text{отлич.} < \infty$
K13	Коэффициент обеспеченности запасов	Отношение собственных оборотных средств к величине материально-производственных запасов	$\infty < \text{критич.} < 0 \leq \text{неуд.} < 0.5 \leq \text{хор.} < 0.6 \leq \text{отлич.} < \infty$
Платежеспособность			
K21	Коэффициент текущей (общей) ликвидности	Отношение текущих активов к краткосрочным обязательствам.	$\infty < \text{критич.} < 1 \leq \text{неуд.} < 2 \leq \text{хор.} < 2.1 \leq \text{отлич.} < \infty$
K22	Коэффициент быстрой (промежуточной) ликвидности	Отношение ликвидных активов к краткосрочным обязательствам.	$\infty < \text{критич.} < 0.5 \leq \text{неуд.} < 1 \leq \text{хор.} < 1.1 \leq \text{отлич.} < \infty$
K23	Коэффициент абсолютной ликвидности	Отношение высоколиквидных активов к краткосрочным обязательствам.	$\infty < \text{критич.} < 0.05 \leq \text{неуд.} < 0.2 \leq \text{хор.} < 0.25 \leq \text{отлич.} < \infty$
Рентабельность деятельности			
K31	Рентабельность продаж	Величина прибыли от продаж в каждом рубле выручки от реализации	$\infty < \text{критич.} < 0 \leq \text{неуд.} < 0.08 \leq \text{хор.} < 0.19 \leq \text{отлич.} < \infty$
K32	Норма чистой прибыли	Представляет собой выраженное в процентах (путем умножения на 100) частное от деления суммы чистой прибыли на величину выручки от реализации, очищенной от налогов (НДС и акцизов), за один и тот же период.	$\infty < \text{критич.} < -0.02 \leq \text{неуд.} < 0.04 \leq \text{хор.} < 0.11 \leq \text{отлич.} < \infty$
K33	Рентабельность активов	Отношение чистой прибыли (в годовом выражении) к средней стоимости активов.	$\infty < \text{критич.} < 0 \leq \text{неуд.} < 0.12 \leq \text{хор.} < 0.24 \leq \text{отлич.} < \infty$

Для агрегирования финансово-экономических показателей по группам используется следующий алгоритм. Вводится в рассмотрение лингвистическая переменная S – «оценка коэффициента X_i ». Ей соответствует терм-множество

$$S = \{S1, S2, S3, S4, S5\},$$

где значение термов следующее:

$S1$ = «значение коэффициента X_i критическое»;

$S2$ = «значение коэффициента X_i неудовлетворительное»;

$S3$ = «значение коэффициента X_i удовлетворительное»;

$S4$ = «значение коэффициента X_i хорошее»; $S5$ = «значение коэффициента X_i отличное».

Для каждого из термов строится трапецевидная функция принадлежности на основе фаззификации данных из таблицы 3 (табл. 4).

Таблица 4 – Нечеткие трапезоидные числа, полученные фаззификацией экспертных оценок финансовых коэффициентов

	К	критич.	неуд.	удовл.	хорошо	отл.
Финансовая устойчивость организации						
1	k11	$(\infty; 0]$	$(1,04; \infty)$	$(0,96; 1,04]$	$(0; 0,43]$ $(0,67; 0,96]$	$(0,43; 0,67]$
2	k12	$(\infty; -0,2]$	$(-0,2; 0,996]$	$(0,996; 0,104]$	$(0,104; 0,15]$	$(0,15; \infty)$
3	k13	$(\infty; 0,5]$	$(0,5; 0,672]$	$(0,672; 0,728]$	$(0,728; 0,8]$	$(0,8; \infty)$
Платежеспособность						
4	k21	$(\infty; 1]$	$(1; 1,92]$	$(1,92; 2,08]$	$(2,08; 2,1]$	$(2,1; \infty)$
5	k22	$(\infty; 0,5]$	$(0,5; 0,96]$	$(0,96; 1,04]$	$(1,04; 1,1]$	$(1,1; \infty)$
6	k23	$(\infty; 0,05]$	$(0,05; 0,192]$	$(0,192; 0,208]$	$(0,208; 0,25]$	$(0,25; \infty)$
Рентабельность деятельности						
7	k31	$(\infty; 0]$	$(0; 0,0768]$	$(0,0768; 0,0832]$	$(0,0832; 0,19]$	$(0,19; \infty)$
8	k32	$(\infty; -0,02]$	$(-0,02; 0,0384]$	$(0,0384; 0,0416]$	$(0,0416; 0,11]$	$(0,11; \infty)$
9	k33	$(\infty; 0]$	$(0; 0,12]$	$(0,1152; 0,1248]$	$(0,1248; 0,24]$	$(0,24; \infty)$

Затем для каждой группы предприятий производится агрегирование данных по каждому из десяти коэффициентов таблицы 3, то есть $i = 1, 2, \dots, 10$. При этом в качестве совокупности показателей для агрегирования выступают значения коэффициентов X_{ij} , $j = 1, 2, \dots, N$, N – количество предприятий в группе, то есть имеющиеся коэффициенты предприятий, входящих в группу. Инструмент агрегирования – стандартный нечеткий пятиуровневый классификатор. В качестве весовых коэффициентов при агрегировании выступает доля выручки каждого из предприятий в суммарной выручке по рассматриваемой группе.

Итоговая лингвистическая переменная задается тем же способом, однако функции принадлежности имеют равномерное распределение, соответствующее стандартному пятиуровневому $[0,1]$ -клас-

сификатору. На выходе получаем числовое значение с лингвистической переменной S – «оценка коэффициента X_i » по рассматриваемой группе. Производится лингвистическое распознавание переменной. Затем для каждой из оценок трех блоков (блок финансовой устойчивости организации, блок платежеспособности, блок рентабельности деятельности и блок показателей деловой активности) производится дальнейшее агрегирование. Весовые коэффициенты каждой из тройки показателей – $1/3$. В итоге получаются три оценки: $Q1$ = «оценка финансовой устойчивости группы XXX предприятий»; $Q2$ = «оценка платежеспособности группы XXX предприятий»; $Q3$ = «оценка рентабельности деятельности группы XXX предприятий». Результаты оценки финансово-экономического состояния IT-отрасли представляются в виде таблиц.

Корреляционный анализ финансовых коэффициентов ИТ-отрасли. Рассмотрим более подробно процесс установления степени взаимного влияния коэффициентов на основе корреляционного анализа. Здесь и далее использованы следующие обозначения: k_{1i} , $i = 1, 2, 3$ – коэффициенты группы устойчивости; k_{2i} , $i = 1, 2, 3$ – коэффициенты группы платежеспособности; k_{3i} , $i = 1, 2, 3$ – коэффициенты группы рентабельности; P – прибыль; N – сумма уплаченных налогов; C – сумма страховых выплат.

Этап 1. Расчет матриц корреляции между финансово-экономическими показателями осуществлен за три года: 2019, 2020 и 2021. Расчеты производились в excel на основе трех выборок для каждого года. В первом случае рассматривалась

выборка, составленная из данных по всем предприятиям базы соответствующего года, пригодных для анализа. Во втором случае исследовалась выборка Микропредприятия для каждого года. В третьем случае расчеты производились для выборки Малые предприятия (2019 и 2021 г.) либо Средние предприятия (2020 г.). Выбор соответствующих групп предприятий обусловлен требованием репрезентативности исследуемой выборки, и группы, представленные слишком малым количеством предприятий, были отброшены как непригодные для анализа. Матрицы корреляции между основными финансово-экономическими показателями для трех указанных случаев представлены таблицами: таблицы 5, 6, 7 – 2019 г.; таблицы 7, 8, 9 – 2020 г.; таблицы 11, 12, 13 – 2021 г.

Таблица 5 – Матрица корреляции за 2019 г. по всей выборке предприятий (270 предприятий)

2019	к11	к12	к13	к21	к22	к23	К31	К32	К33	р	N	C
k₁₁	1											
k₁₂	0,999	1										
k₁₃	0,361	0,361	1									
k₂₁	0,037	0,039	-0,010	1								
k₂₂	0,035	0,037	-0,010	0,953	1							
k₂₃	0,027	0,029	-0,006	0,751	0,798	1						
k₃₁	0,063	0,059	0,003	0,062	0,061	0,114	1					
k₃₂	0,057	0,052	-0,006	0,062	0,059	0,114	0,915	1				
k₃₃	0,616	0,615	0,180	0,026	0,034	0,043	0,253	0,229	1			
P	0,005	0,005	-0,004	-0,020	-0,021	-0,016	-0,005	0,000	-0,007	1		
N	0,003	0,003	-0,003	-0,025	-0,024	-0,016	-0,007	-0,002	-0,006	0,980	1	
C	-0,003	-0,003	-0,005	-0,025	-0,023	-0,015	-0,003	0,002	-0,008	0,982	0,998	1

Таблица 6 – Матрица корреляции за 2019 г. Микропредприятия (137 предприятий)

2019	к11	к12	к13	к21	к22	к23	К31	К32	К33	р	N	C
k₁₁	1											
k₁₂	1,000	1										
k₁₃	0,364	0,364	1									
k₂₁	0,042	0,043	-0,016	1								
k₂₂	0,038	0,039	-0,015	0,972	1							
k₂₃	0,033	0,035	-0,012	0,811	0,820	1						
k₃₁	0,183	0,180	0,003	0,167	0,159	0,285	1					
k₃₂	0,119	0,118	-0,014	0,107	0,101	0,190	0,861	1				
k₃₃	0,922	0,922	0,275	0,039	0,042	0,067	0,352	0,233	1			
P	0,008	0,009	-0,006	-0,034	-0,030	-0,022	-0,014	0,000	0,001	1		
N	0,007	0,007	-0,005	-0,032	-0,029	-0,024	-0,029	-0,007	-0,004	0,990	1	
C	0,001	0,001	-0,007	-0,032	-0,029	-0,022	-0,020	-0,001	-0,006	0,991	0,999	1

Таблица 7 – Матрица корреляции за 2019 г. Малые предприятия
(31 предприятие)

2019	к11	к12	к13	к21	к22	к23	К31	К32	К33	р	N	С
к ₁₁	1											
к ₁₂	0,471	1										
к ₁₃	0,983	0,425	1									
к ₂₁	0,451	0,369	0,438	1								
к ₂₂	0,429	0,349	0,415	0,998	1							
к ₂₃	0,367	0,305	0,413	0,728	0,723	1						
к ₃₁	0,063	-0,008	0,078	0,210	0,195	-0,072	1					
к ₃₂	0,092	0,051	0,106	0,200	0,184	-0,105	0,994	1				
к ₃₃	0,494	0,278	0,504	0,774	0,762	0,480	0,389	0,414	1			
P	0,064	-0,064	0,045	-0,084	-0,072	0,042	-0,127	-0,133	-0,253	1		
N	-0,062	-0,449	-0,067	-0,109	-0,101	-0,096	0,021	0,027	-0,009	-0,087	1	
С	-0,053	-0,661	-0,022	-0,230	-0,212	-0,099	-0,010	-0,011	-0,134	0,281	0,524	1

Таблица 8 – Матрица корреляции за 2020 г. по всей выборке предприятий
(366 предприятий)

2020	к11	к12	к13	к21	к22	к23	К31	К32	К33	р	N	С
к ₁₁	1											
к ₁₂	0,957	1										
к ₁₃	0,964	0,904	1									
к ₂₁	0,428	0,436	0,424	1								
к ₂₂	0,425	0,437	0,447	0,962	1							
к ₂₃	0,414	0,410	0,393	0,843	0,934	1						
к ₃₁	-0,104	-0,124	-0,061	-0,011	-0,045	-0,086	1					
к ₃₂	0,016	0,050	-0,196	0,022	0,013	-0,374	-0,014	1				
к ₃₃	0,008	0,047	-0,204	0,044	0,036	0,003	-0,015	0,985	1			
P	-0,130	-0,102	-0,040	-0,038	-0,044	-0,033	0,030	0,068	0,062	1		
N	-0,128	-0,090	0,090	-0,033	0,064	0,085	0,029	0,014	0,018	0,980	1	
С	-0,131	-0,096	0,005	-0,036	-0,018	-0,056	0,032	0,011	0,016	0,982	0,997	1

Таблица 9 – Матрица корреляции за 2020 г. Микропредприятия
(190 предприятий)

2020	к11	к12	к13	к21	к22	к23	К31	К32	К33	р	N	С
к ₁₁	1											
к ₁₂	0,964	1										
к ₁₃	0,956	0,914	1									
к ₂₁	0,456	0,463	0,444	1								
к ₂₂	0,407	0,415	0,443	1,000	1							
к ₂₃	0,412	0,396	0,392	0,976	0,976	1						
к ₃₁	-0,329	-0,370	-0,353	-0,648	-0,637	-0,749	1					
к ₃₂	-0,047	0,103	-0,315	-0,039	-0,042	-0,881	0,001	1				
к ₃₃	-0,098	0,047	-0,375	-0,050	-0,053	-0,882	-0,008	1,000	1			
P	-0,188	-0,147	-0,066	-0,054	-0,134	-0,092	0,037	0,020	0,020	1		
N	-0,184	-0,141	0,114	-0,050	0,079	0,098	0,038	0,024	0,024	0,990	1	
С	-0,189	-0,144	0,021	-0,053	-0,074	-0,093	0,038	0,025	0,025	0,991	0,999	1

Таблица 10 – Матрица корреляции за 2020 г. Средние предприятия
(40 предприятий)

2020	к11	к12	к13	к21	к22	к23	К31	К32	К33	р	N	С
к ₁₁	1											
к ₁₂	0,957	1										
к ₁₃	0,972	0,807	1									
к ₂₁	0,399	0,375	0,394	1								
к ₂₂	0,543	0,433	0,477	0,991	1							
к ₂₃	0,473	0,378	0,399	0,988	0,984	1						
к ₃₁	0,002	-0,035	-0,186	0,098	0,171	0,057	1					
к ₃₂	0,053	-0,023	-0,067	0,101	0,155	0,052	0,795	1				
к ₃₃	0,032	-0,007	-0,141	0,112	0,167	0,052	0,777	0,998	1			
P	-0,134	-0,135	-0,118	0,098	0,131	0,161	0,273	0,175	0,182	1		
N	-0,001	0,045	0,150	0,028	0,043	-0,104	0,121	0,081	0,067	-0,055	1	
С	-0,063	-0,137	-0,101	-0,156	-0,086	-0,182	0,193	0,181	0,198	0,336	0,530	1

Таблица 11 – Матрица корреляции за 2021 г. по всей выборке предприятий
(246 предприятий)

2021	к11	к12	к13	к21	к22	к23	К31	К32	К33	р	N	С
к ₁₁	1											
к ₁₂	0,993	1										
к ₁₃	1	0,992	1									
к ₂₁	0,017	0,019	0,016	1								
к ₂₂	0,016	0,018	0,016	0,982	1							
к ₂₃	0,018	0,020	0,017	0,921	0,867	1						
к ₃₁	-0,012	0,017	-0,012	-0,055	-0,053	-0,107	1					
к ₃₂	-0,004	-0,004	-0,004	-0,056	-0,061	-0,107	0,842	1				
к ₃₃	0,135	0,145	0,134	0,023	0,028	0,031	0,049	0,016	1			
P	0,008	0,009	0,005	-0,004	-0,004	-0,002	0,008	0,003	0,028	1		
N	0,006	0,006	0,005	-0,015	-0,014	-0,016	0,007	0,005	0,003	0,733	1	
С	0,008	0,008	0,008	-0,016	-0,015	-0,014	-0,009	-0,016	0,008	0,738	0,995	1

Таблица 12 – Матрица корреляции за 2021 г. Микропредприятия
(178 предприятий)

2021	к11	к12	к13	к21	к22	к23	К31	К32	К33	р	N	С
к ₁₁	1											
к ₁₂	0,993	1										
к ₁₃	1,000	0,992	1									
к ₂₁	0,019	0,022	0,019	1								
к ₂₂	0,019	0,021	0,018	0,981	1							
к ₂₃	0,020	0,022	0,019	0,923	0,866	1						
к ₃₁	-0,016	0,040	-0,018	-0,017	-0,003	-0,037	1					
к ₃₂	0,020	0,048	0,018	-0,069	-0,042	-0,102	-0,431	1				
к ₃₃	0,137	0,147	0,136	0,022	0,027	0,029	0,070	0,178	1			
P	0,028	0,040	0,028	-0,021	-0,020	-0,010	0,040	0,042	0,084	1		
N	0,041	0,045	0,041	-0,042	-0,035	-0,025	0,018	0,106	0,098	0,386	1	
С	0,039	0,013	0,040	-0,036	-0,028	-0,020	0,001	-0,084	0,118	0,380	0,639	1

**Таблица 13 – Матрица корреляции за 2021 г. Малые предприятия
(47 предприятий)**

2021	к11	к12	к13	к21	к22	к23	К31	К32	К33	р	N	С
к ₁₁	1											
к ₁₂	0,915	1										
к ₁₃	0,980	0,905	1									
к ₂₁	0,418	0,361	0,395	1								
к ₂₂	0,416	0,358	0,393	0,998	1							
к ₂₃	0,392	0,336	0,367	0,968	0,968	1						
к ₃₁	0,219	0,020	0,211	0,341	0,345	0,326	1					
к ₃₂	0,201	-0,075	0,195	0,344	0,346	0,324	0,984	1				
к ₃₃	0,354	0,059	0,381	0,300	0,306	0,178	0,506	0,503	1			
Р	0,222	-0,059	0,211	0,153	0,157	0,091	0,303	0,250	0,320	1		
N	0,126	-0,067	0,118	0,031	0,033	-0,026	0,115	0,121	0,200	0,570	1	
С	0,250	0,029	0,237	0,195	0,192	0,158	0,223	0,186	0,322	0,860	0,476	1

Этап 2. Для каждого случая осуществлена классификация полученных значений коэффициентов корреляции в соответствии с таблицей 1. Полученные значения классов степени связи перечислены в порядке возрастания нумерации годов; таблица 14 – по всей выборке, за 2019, 2020, 2021 гг.; таблица 15 – микро-

предприятия, за 2019, 2020, 2021 годы; таблица 16 – малые предприятия за 2019, 2021 гг.; таблица 17 – средние предприятия за 2020 г. Шкала Чеддока; классы корреляции; 0 – связь отсутствует, 1 – слабая связь, 2 – умеренная связь, 3 – заметная связь, 4 – высокая связь, 5 – весьма высокая связь.

**Таблица 14 – Матрица оценок степени связи по выборке предприятий
(2019, 2020, 2021 гг.). Шкала Чеддока**

	к11	к12	к13	к21	к22	к23	К31	К32	К33	р	N
к ₁₁	XXX										
к ₁₂	5, 5, 5	XXX									
к ₁₃	2, 5, 5	2, 5, 5	XXX								
к ₂₁	0, 2, 0	0, 2, 0	0, 2, 0	XXX							
к ₂₂	0, 2, 0	0, 2, 0	0, 2, 0	5, 5, 5	XXX						
к ₂₃	0, 2, 0	0, 2, 0	0, 2, 0	4, 4, 5	4, 5, 4	XXX					
к ₃₁	0, 1, 0	0, 1, 0				0, 0, 1	XXX				
к ₃₂			0, 1, 0			0, 0, 1	5, 0, 1	XXX			
к ₃₃	3, 0, 1	3, 0, 1	1, 1, 1				1, 0, 0	1, 5, 0	XXX		
Р										XXX	
N										5, 5, 4	XXX
С										5, 5, 4	5, 5, 5

**Таблица 15 – Матрица оценок степени связи по всей выборке микропредприятий
(2019, 2020, 2021 гг.). Шкала Чеддока**

	к11	к12	к13	к21	к22	к23	К31	К32	К33	р	N
к ₁₁	XXX										
к ₁₂	5, 5, 5	XXX									
к ₁₃	2, 5, 5	2, 5, 5	XXX								
к ₂₁	0, 2, 0	0, 2, 0	0, 2, 0	XXX							
к ₂₂	0, 2, 0	0, 2, 0	0, 2, 0	5, 5, 5	XXX						
к ₂₃	0, 2, 0	0, 2, 0	0, 2, 0	4, 5, 5	4, 5, 4	XXX					
к ₃₁	1, 2, 0	1, 2, 0	0, 2, 0	1, 3, 0	1, 3, 0	1, 4, 0	XXX				
к ₃₂	1, 0, 0	1, 1, 0	0, 2, 0	1, 0, 0	1, 0, 0	1, 4, 1	1, 0, 0	XXX			
к ₃₃	5, 0, 1	5, 0, 1	1, 2, 1			0, 4, 0		0, 1, 0	XXX		
Р	0, 1, 0	0, 1, 0								XXX	
N	0, 1, 0	0, 1, 0	0, 1, 0							5, 5, 2	XXX
С	0, 1, 0	0, 1, 0							0, 0, 1	5, 5, 2	5, 5, 3

Таблица 16 – Матрица оценок степени связи по выборке Малые предприятия (2019, 2021 гг.). Шкала Чеддока

	к11	к12	к13	к21	к22	к23	К31	К32	К33	р	N
k ₁₁	XXX										
k ₁₂	2, 1	XXX									
k ₁₃	5, 1	2, 1	XXX								
k ₂₁	2, 2	2, 2	2, 2	XXX							
k ₂₂	2, 2	2, 2	2, 2	5, 5	XXX						
k ₂₃	2, 2	2, 2	2, 2	4, 5	4, 5	XXX					
k ₃₁	0, 1		0, 1	1, 2	1, 2	0, 2	XXX				
k ₃₂	0, 1		1, 1	1, 2	1, 2	1, 2	5, 5	XXX			
k ₃₃	2, 2	1, 0	3, 2	4, 2	4, 2	2, 1	4, 3	2, 3	XXX		
P	0, 1		0, 1	0, 1	0, 1		1, 4	1, 1	1, 2	XXX	
N	0, 1		0, 1	1, 0	1, 0		0, 1	0, 1	0, 1	0, 3	XXX
C	0, 1		0, 1	1, 1	1, 1	0, 1	0, 1	0, 1	1, 2	1, 4	3, 2

Таблица 17 – Матрица оценок степени связи по выборке Средние предприятия (2020 г.). Шкала Чеддока

	к11	к12	к13	к21	к22	к23	К31	К32	К33	р	N
k ₁₁	XXX										
k ₁₂	1	XXX									
k ₁₃	1	4	XXX								
k ₂₁	2	2	2	XXX							
k ₂₂	3	2	2	5	XXX						
k ₂₃	2	2	2	5	5	XXX					
k ₃₁			1		1		XXX				
k ₃₂				1	1		4	XXX			
k ₃₃							4	5	XXX		
P	1	1	1		1	1	1	1	1	XXX	
N			1			1	1				XXX
C			1			1	1	1	1	2	3

Этап 3. Произведено нечетко-множественное агрегирование оценок степени связи для трех случаев (по всей выборке, по выборкам Микропредприятий и Малых предприятий) на основе нечетких шестиуровневых [0,1]-классификаторов. В силу того что по смыслу задачи рассматривались лишь случаи положительной связи, был введен измененный классификатор. Введена в рассмотрение лингвистическая переменная $G = \{G1, G2, G3, G4, G5, G6\}$, где термы определены следующим образом: G1 – «связь отсутствует», G2 – «слабая связь», G3 – «умеренная связь», G4 – «заметная связь», G5 – «высокая связь», G6 – «весьма высокая связь». Для построения функций принадлежности термов осуществлена фаззификация исходных интервалов градации степени связи в соответствии со шкалой Чеддока.

Результаты агрегирования представлены в таблицах 18, 19, 20. Как видно из таблицы 18, для всей выборки и Микропредприятий характерна высокая либо весьма высокая степень связи для показателей внутри групп устойчивости и платежеспособности предприятий, а также группы прибыли, уплаченных налогов и социальных выплат. Для всей выборки также наблюдается заметная корреляция между рентабельностью продаж и нормой чистой прибыли, а также нормой чистой прибыли и рентабельностью активов. Существует также умеренная корреляция между показателями группы устойчивости и рентабельностью активов.

Для микропредприятий наблюдается корреляция показателей группы рентабельности со следующими показателями первых двух групп: рентабельности продаж – слабая корреляция с коэффициентом автономии и коэффициентом обес-

печенности собственными средствами, а также умеренная корреляция с показателями платежеспособности; нормы чистой прибыли – с коэффициентом обеспеченности собственными средствами, а также с коэффициентом абсолютной ликвидности; рентабельности активов – умеренная

связь с коэффициентом автономии и коэффициентом обеспеченности собственными средствами.

Картина взаимосвязей для выборок Средние предприятия (табл. 17) и Малые предприятия (табл. 18) имеет более сложную форму.

Таблица 18 – Матрица агрегированных оценок степени связи по всей выборке предприятий (2019, 2020, 2021 гг.)

	к11	к12	к13	к21	к22	к23	К31	К32	К33	р	N
к11	XXX										
к12	5	XXX									
к13	4	4	XXX								
к21				XXX							
к22				5	XXX						
к23				4	4	XXX					
к31							XXX				
к32							3	XXX			
к33	2	2	1					3	XXX		
P										XXX	
N										5	XXX
C										5	5

Таблица 19 – Матрица оценок степени связи по выборке Микропредприятия (2019, 2020, 2021 гг.). Шкала Чеддока

	к11	к12	к13	к21	к22	к23	К31	К32	К33	р	N
к11	XXX										
к12	5	XXX									
к13	4	4	XXX								
к21				XXX							
к22				5	XXX						
к23				5	4	XXX					
к31	1	1		2	2	2	XXX				
к32		1				3		XXX			
к33	2	2	1						XXX		
P										XXX	
N										4	XXX
C										4	5

Таблица 20 – Матрица агрегированных оценок степени связи выборке Малые предприятия (2019, 2021 г.). Шкала Чеддока

	к11	к12	к13	к21	к22	к23	К31	К32	К33	р	N
к11	XXX										
к12	2	XXX									
к13	3	2	XXX								
к21	2	2	2	XXX							
к22	2	2	2	5	XXX						
к23	2	2	2	5	5	XXX					
к31				2	2	1	XXX				
к32			1	2	2	2	5	XXX			
к33	2	0	3	4	4	2	4	3	XXX		
P							4	1	2	XXX	
N										2	XXX
C				1	1	0			2	2	3

В результате анализа матриц корреляции по выборке предприятий за 2019-2021 гг. установлено, что по шкале Чеддока имеет место высокая либо весьма высокая связь между показателями внутри групп устойчивости, платежеспособности, рентабельности и общей. Кроме того, наблюдается слабая положительная связь между всеми тремя коэффициентами устойчивости и рентабельностью активов предприятия. Также зафиксирована устойчивая отрицательная слабая связь между коэффициентом абсолютной ликвидности и двумя показателями группы эффективности: рентабельностью продаж и нормой чистой прибыли. Выполнено нечетко-

множественное агрегирование коэффициентов за три года, получены итоговые значения коэффициентов корреляции между признаками.

Практическое применение результатов

Список возможных мер для государственного регулирования финансовых показателей отрасли. На основе анализа интернет-источников [36], в том числе сайта Корпорации Малого и среднего предпринимательства (МСП) [37, 38] и портала «Мой бизнес» был составлен следующий список государственных мер, направленных на повышение значений финансовых показателей отрасли (табл. 21).

Таблица 21 – Управление коэффициентами посредством мер государственного регулирования

Меры по улучшению		Меры по улучшению	
Финансовая устойчивость организации			
K11	1) вложение собственниками компании дополнительных средств; 2) привлечение инвесторов	1) привлечение инвестиционных проектов; 2) изменение налоговой политики в сторону снижения ставок; 3) гранты на открытие бизнеса с помощью региональной программы от центра занятости; 4) государственные субсидии на покупку оборудования, сырья, патентов и др.;	
K12	1) пересмотр структуры активов; 2) привлечение дополнительных активов, например, владельцев компании либо инвесторов; 3) пересмотр дивидендной политики	5) привлечение центров поддержки малого и среднего бизнеса для оказания консультационных услуг	
K13	1) реструктуризация кредитов, направленная на увеличение дивидендов, получаемых владельцами компании		
Платежеспособность			
K21	1) проверка структуры долгов; 2) реструктуризация задолженностей; 3) списание долгов с истекшим сроком годности; 4) увеличение оборотных активов без снижения их оборачиваемости	1) «зонтичный» механизм поручительства Корпорации Малого и среднего предпринимательства (МСП) для получения в банке-партнере; 2) поручительства Региональной гарантийной организации (РГО);	
K22	1) снижение краткосрочных обязательств; 2) увеличение дебиторской задолженности до 12 месяцев; 3) увеличение краткосрочных финансовых вложений	3) независимые гарантии Корпорации МСП; 4) совместные поручительства МСП и РГО; 5) льготные кредиты по Программе стимулирования кредитования малого и среднего бизнеса, проводимой Корпорацией МСП совместно с Банком России;	
K23	1) привлечение заемных средств; 2) реализация части активов для увеличения суммы наиболее ликвидных активов – если ниже нормы; 3) вложение избыточных средств в производство – если выше нормы	6) льготный лизинг на основе Корпорации МСП	

	Меры по улучшению	Меры по улучшению
	Рентабельность деятельности	
K31	1) снижение себестоимости продукции; расширение ассортимента; 2) оптимизация расходов; 3) приобретение материалов по более низкой стоимости; 4) поиск новых рынков сбыта; 5) увеличение объемов выпускаемой продукции; 6) продажа или передача в аренду неиспользуемых активов; 7) реструктуризация производства; 8) мотивация сотрудников; 9) улучшение работы по продвижению товара; 10) повышение цен; рентабельность продаж	1) обучение с использованием Цифровой платформы Корпорации МСП; 2) планирование деятельности компании с использованием Цифровой платформы Корпорации МСП; 3) проведение аудита компании в центрах «Мой бизнес»; 4) консультации и переобучение по кредитованию, налогообложению, бухучету в центрах «Мой бизнес», центрах поддержки экспорта, бизнес-инкубаторах, технопарках и др.; 5) услуги маркетинга и продвижения бизнеса в центрах «Мой бизнес»
K33	1) внедрение более экономичных решений; 2) применение современных энергоемких технологий; 3) разумное использование оборудования; 4) оптимизация ассортимента продукции; 5) применение новых видов материалов; 6) снижение стоимости привлечения клиентов; 7) вторичное использование материалов; 8) повышение мотивации и производительности работы персонала; 9) сотрудничество с поставщиками на более выгодных условиях; норма чистой прибыли	
K32	НОРМА ЧИСТОЙ ПРИБЫЛИ	Является целевым показателем

Как следует из данных таблицы 21, норма прибыли является целевым показателем, характеризующим в целом успешность функционирования бизнеса. Очевидно, перечисленные меры должны применяться с разной степенью интенсивности и в различных сочетаниях для различных групп предприятий; микропредприятий, минипредприятий, малых, средних и больших. Это обусловлено как спецификой их функционирования, так и оценками финансовых коэффициентов отрасли.

Динамическое моделирование развития ситуации на основе нечеткой когнитивной модели с использованием СППР «ИГЛА» [39] и формирование рекомендаций по управлению отраслью на основе анализа сценариев развития ситуации. Нечеткая когнитивная матрица взаимного влияния коэффициентов финансово-экономического состояния отрасли заполняется на основе матриц агрегированных оценок. Выполнена визуализация связей между показателями,

осуществлено динамическое моделирование ситуации, по группам (рис. 1, 2, 3).

Для удовлетворительного анализа взаимного влияния коэффициентов финансово-экономического состояния необходимо, чтобы соответствующий нечетко-логический граф, получаемый в результате визуализации, обладал, с одной стороны, достаточной связностью, а, с другой стороны, достаточной простотой, необходимой для того, чтобы проследить связи между показателями. Как следует из рисунков 1, 2, нечетко-логические графы, соответствующие всей выборке и группе Микропредприятия, не обладают необходимой связностью, что вызвано сильной и весьма сильной корреляцией между показателями групп устойчивости и ликвидности, а также группы общих показателей. Нечетко-логический граф, соответствующий группе Минипредприятия (рис. 3), обладает связностью, но имеет слишком сложную структуру для того, чтобы на

его основе можно было проследить взаимосвязи показателей.

Предлагается следующая методика: подобно тому, как в моделях множественной регрессии из рассмотрения исключаются переменные, сильно коррелированные с другими переменными, так и в настоящей модели мы предлагаем исключать из модели показатели, обладающие сильной корреляцией с остальными показателями. Так, для выборки по Малым предприятиям за 2021 г. после исключения показателей, сильно коррелированных между собой, получена матрица

корреляции (табл. 23). Дальнейший алгоритм предусматривает нормирование матрицы посредством деления на максимальный элемент 0,57 (коэффициент корреляции между прибылью и налогами).

В результате получим упрощенный нечетко-логический граф (рис. 4), позволяющий исследовать взаимосвязи между показателями.

Аналогично можно осуществить процесс нормирования матриц за остальные годы, после чего произвести нечетко-множественное агрегирование коэффициентов.

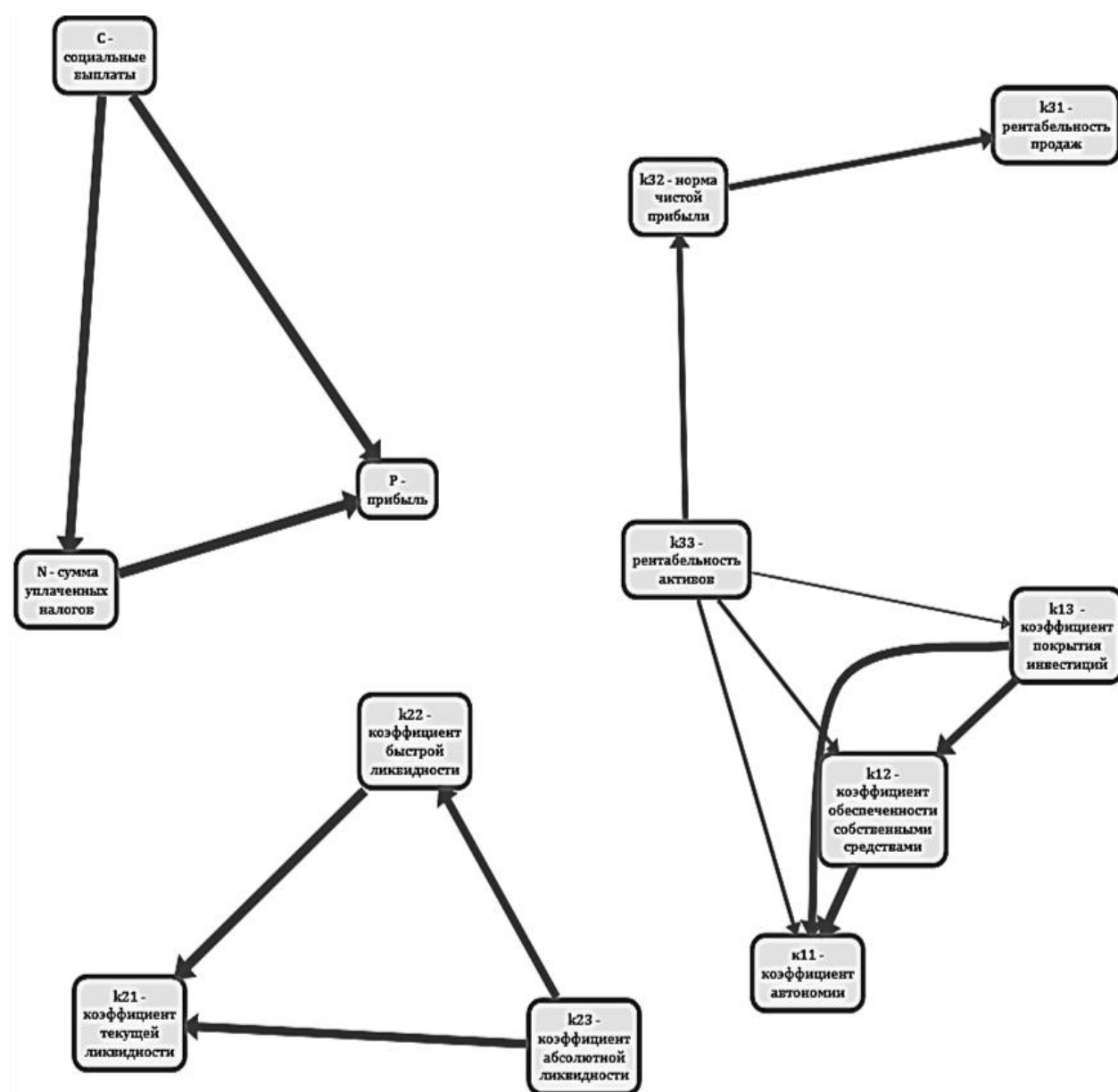


Рисунок 1 – Визуализация взаимного влияния коэффициентов финансово-экономического состояния по всей выборке на основе СППР «Игла»

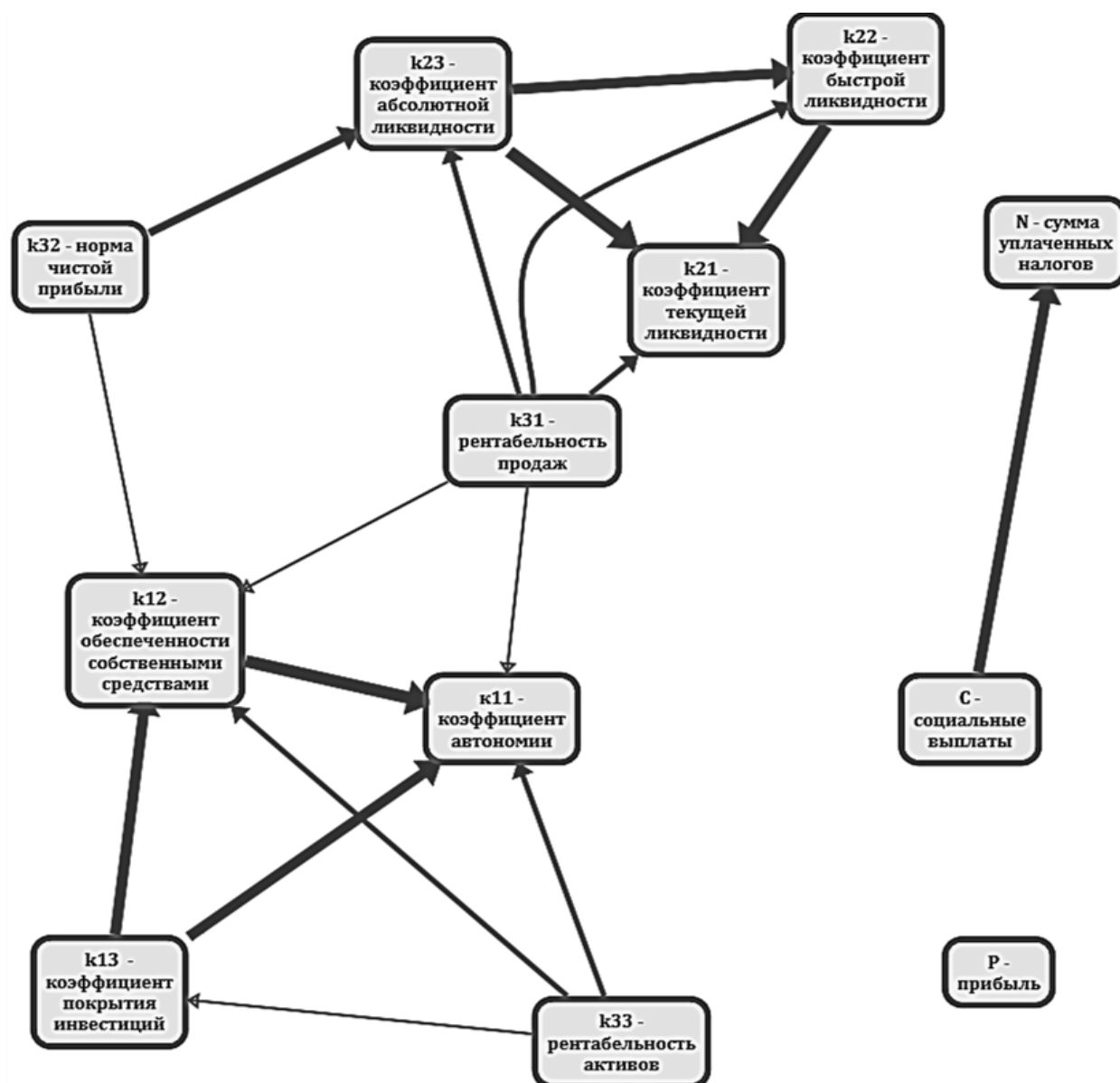


Рисунок 2 – Визуализация взаимного влияния коэффициентов финансово-экономического состояния по группе Микропредприятия на основе СППР «Игла»

Таблица 22 – Матрица корреляции между основными финансово-экономическими показателями предприятий ИТ-отрасли Ростовской области за 2021 г.
Малые предприятия (47 предприятий)

2021	κ11	κ21	Κ31	Κ33	ρ	N
k ₁₁	1					
k ₂₁	0,418	1				
k ₃₁	0,219	0,341	1			
k ₃₃	0,354	0,300	0,506	1		
P	0,222	0,153	0,303	0,320	1	
N	0,126	0,031	0,115	0,200	0,570	1

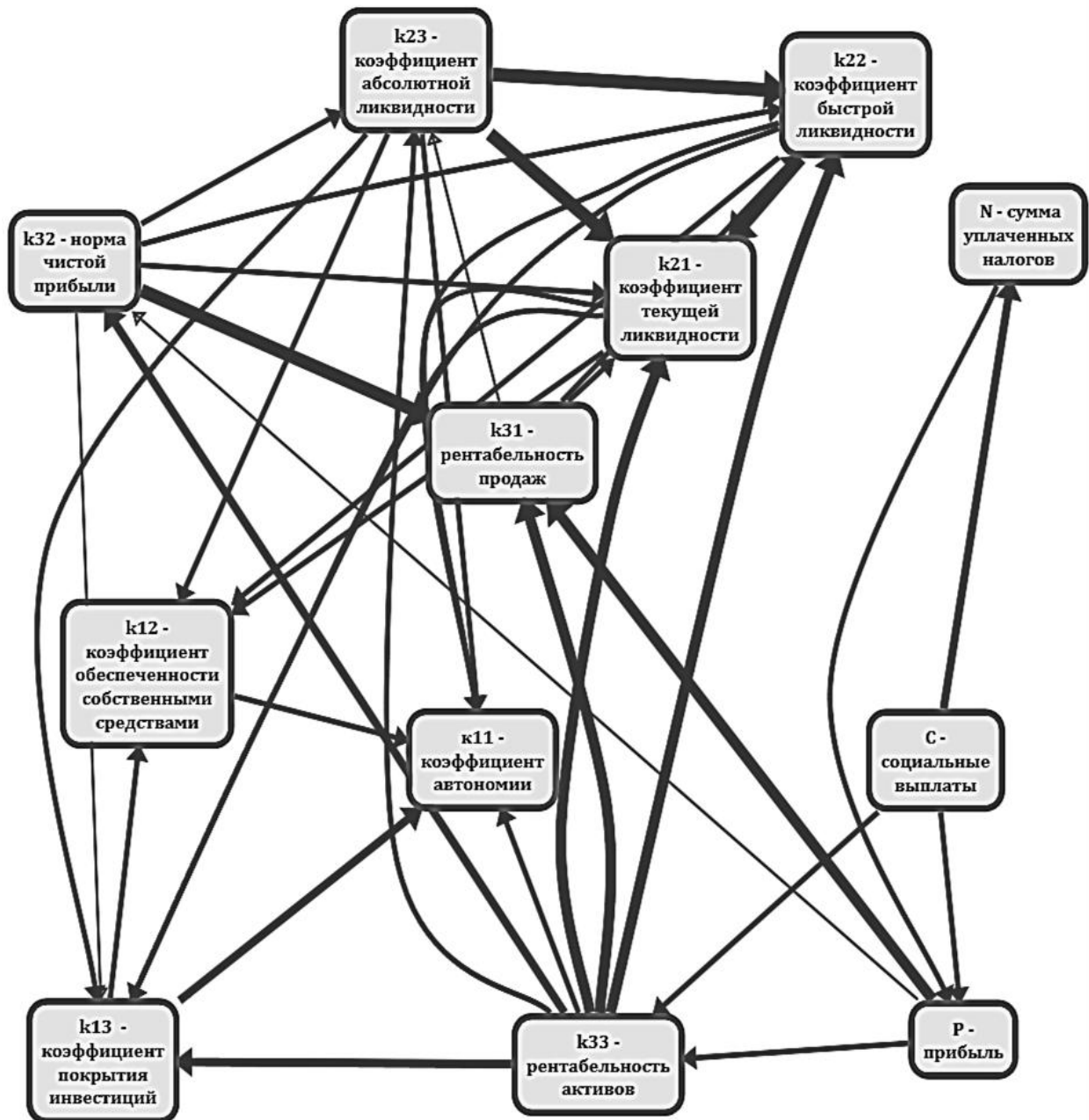


Рисунок 3 – Визуализация взаимного влияния коэффициентов финансово-экономического состояния по группе Малые предприятия на основе СППР «Игла»

Таблица 23 – Нормированная матрица корреляции между основными финансово-экономическими показателями предприятий ИТ-отрасли Ростовской области за 2021 г. Малые предприятия (47 предприятий)

2021	κ11	κ21	Κ31	Κ33	ρ	N
k ₁₁	XXX					
k ₂₁	0,73	XXX				
k ₃₁	0,38	0,60	XXX			
k ₃₃	0,62	0,53	0,89	XXX		
P	0,39	0,27	0,53	0,56	XXX	
N	0,22	0,05	0,20	0,35	1	XXX

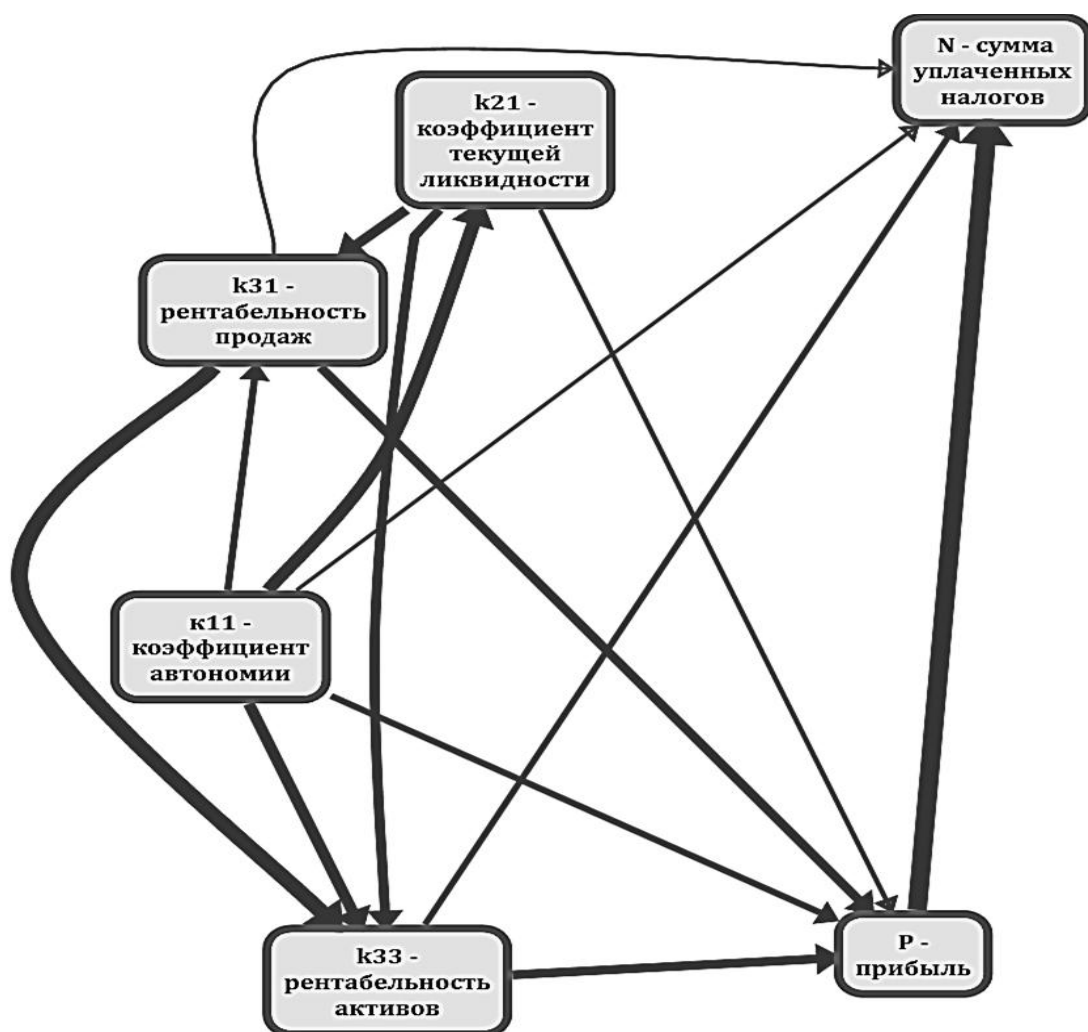


Рисунок 4 – Визуализация взаимного влияния коэффициентов финансово-экономического состояния по группе Малые предприятия на основе упрощенного нечетко-логического графа

Таким образом, динамическое моделирование развития ситуации на основе нечеткой когнитивной модели с использованием СППР «ИГЛА» показало, что для достижения группой Микропредприятий и Малых предприятий оценки «удовлетворительно» по чистой прибыли необходимо улучшить показатели группы устойчивости, по меньшей мере, соответственно, до значений «удовлетворительно» и «хорошо».

Достижение соответствующих результатов возможно при условии выполнения рекомендаций: привлечение инвесторов, вложение собственниками дополнительных средств, пересмотр структуры активов предприятий, пересмотр дивидендной политики предприятий. Та-

ким образом, в качестве рекомендаций по формированию стратегии государственного регулирования ИТ-отрасли рекомендуется привлечение инвестиционных проектов в сектор Микропредприятий и Малых предприятий, изменение налоговой политики в сторону снижения ставок; организация ренты на открытие бизнеса с помощью региональной программы от центра занятости; привлечение государственных субсидий и покупку оборудования, сырья, патентов и др.; привлечение центров поддержки малого и среднего бизнеса для оказания консультационных услуг.

Рекомендуется также использование «зонтичного» механизма поручительства Корпорации Малого и среднего

предпринимательства (МСП) для получения в банке-партнере; поручительств Региональной гарантийной организации (РГО); независимых гарантий Корпорации МСП, совместных поручительств МСП и РГО, льготных кредитов по Программе стимулирования кредитования малого и среднего бизнеса, проводимой Корпорацией МСП совместно с Банком России, льготного лизинга на основе Корпорации МСП.

Выводы

Предложенная концепция формирования стратегии управленческой политики апробирована на предприятиях IT-отрасли Ростовской области. Результатом моделирования является набор рекомендаций по формированию управленческих мероприятий, обеспечивающих улучшение финансово-экономической ситуации в отрасли по всем группам предприятий.

Предложена методика исследования взаимозависимостей между финансово-экономическими коэффициентами на основе корреляционного анализа. На первом шаге строится корреляционная матрица для всей совокупности коэффициентов, производится агрегирование их значений по годам, строится матрица агрегированных оценок степени связи. На третьем этапе на ее основе осуществляется нечетко-множественное когнитивное моделирование на основе СППР «Игла». Визуализация взаимосвязей на основе нечетко-логического графа позволяет оценить, является ли полученная схема взаимосвязей достаточной для исследования, или необходимо ее упрощение за счет исключения сильно коррелированных показателей (как правило, внутри групп). После исключения соответствующих показателей процесс повторяется циклически, до достижения требуемого результата. На заключительном шаге производится динамическое моделирование и выбор альтернатив, а также выработка рекомендаций к управлению отраслью.

Описанная концепция может быть применена для предприятий любой группы ОКВЭД.

Библиографический список

1. Denis, J. D. Origins of correlation and regression: Francis Galton or Auguste Bravais and the error theorists? // *History and Philosophy of Psychology Bulletin*. – 2001. – № 13. – P. 36-44.
2. Gogtay, N. J., Thatte, U. M. Principles of correlation analysis // *Journal of Association of Physicians of India*. – 2017. – № 65. – P. 78-81.
3. Glen, S. Multicollinearity: Definition, Causes, Examples [Electronic resource]. – URL: <https://www.statisticshowto.datasciencecentral.com/multicollinearity>.
4. Hauke, J., Kossowski, T. Comparison of values of Pearson's and Spearman's correlation coefficients on the same sets of data // *Questiones Geographicae*. – 2011. – № 30 (2). – P. 87-93.
5. Senthilnathan, S. Relationships and Hypotheses in Social Science Research [Electronic resource]. – URL: <https://ssrn.com/abstract=3032284>; <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3032284>.
6. Comparative accuracy of two-dimensional echocardiography and Doppler pressure half-time methods in assessing severity of mitral stenosis in patients with and without prior commissurotomy / M. D. Smith, R. Handshoe, S. Handshoe [etc.] // *Circulation*. – 1986. – № 73 (1). – P. 100-107.
7. Zade, L. A. Concept of linguistic variable and its application to making approximate decisions. – М. : Mir, 1976.
8. Ваш финансовый аналитик [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.audit-it.ru/finanaliz>.
9. Сравнение финансового состояния фирмы с отраслевыми показателями и конкурентами [Электронный ресурс]. – URL: www.testfirm.ru.
10. Автоматизированный сбор данных ключевых финансовых показателей предприятий IT-отрасли региона / С. О. Крамаров, В. А. Овсянников, Л. В. Сахарова [и др.] // *Вестник кибернетики*. – 2022. – № 3 (47). – С. 39-45.
11. Методика оценки финансово-экономического состояния отрасли ре-

гиона на основе алгоритма нечетко-множественного агрегирования финансово-экономических показателей / С. О. Крамаров, Е. А. Арапова, Л. В. Сахарова [и др.] // Вестник СурГУ. – 2022. – № 3 (37). – С. 23-34.

12. Программная реализация нечетко-множественных моделей комплексной оценки динамики финансово-экономического состояния отрасли / Е. А. Арапова, С. О. Крамаров, Р. С. Усатый [и др.] // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. – 2022. – № 3. – С. 101-117.

13. Сподарева, Е. Г., Кузьмина, Т. С. Применение корреляционно-регрессионного анализа для оценки финансовой устойчивости предприятия // Вестник Уральского института экономики, управления и права. – 2020. – № 4 (53).

14. Сафарян, С. А. Разработка модели финансового состояния, прогнозирование на основе множественной регрессии // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2020. – № 12-3.

15. Юдкина, Л. В., Берлин, Ю. И. Корреляционный анализ взаимосвязей показателей динамики капитализации и эффективности деятельности публичных российских компаний // Финансы и кредит. – 2009. – № 9 (345).

16. Савельева, М. Ю., Майорко, Е. А., Вагайцева, В. П. Исследование взаимосвязей между финансовыми коэффициентами в моделях прогнозирования банкротства Э. Альтмана и ИГЭА // Наука, техника и образование. – 2017. – № 1 (31).

17. Тарасова, А. Ю. Исследование функциональных взаимосвязей финансовых показателей, рассчитываемых по методике, утвержденной ФСФО // Экономинфо. – 2004. – № 2.

18. Ordered Weighted Averaging operators. Theory and Applications / R. R. Yager, J. Kacprzyk (eds.). – Kluwer Academic Publishers, USA, 1997.

19. Kuncheva, L. I. «Fuzzy» vs «Non-fuzzy» in combining classifiers designed by boosting // IEEE Transactions on

Fuzzy Systems. – 2003. – № 11 (6). – P. 729-741.

20. Amarante, M. Mm-OWA: A generalization of OWA operators // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – 2018. – № 26 (4). – P. 2099-2106.

21. Gong, C., Li, W., Yi, P. Rank-based analysis method to determine OWA weights and its application in group decision making // International Journal of Intelligent Systems. – 2019. – № 34 (7). – P. 1685-1699.

22. Jin, L., Mesiar, R., Yager, R. R. Melting probability measure with OWA operator to generate fuzzy measure: crescent method // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – 2019a. – № 27 (6). – P. 1309-1316.

23. Merigo, J. M., Yager, R. R. Aggregation operators with moving averages // Soft Computing. – 2019. – № 23 (21). – P. 10601-10615.

24. Yi, P., Li, W. Induced cluster-based OWA operators with reliability measures and application in group decision-making // International Journal of Intelligent Systems. – 2019. – № 34 (4). – P. 527-540.

25. Robustifying OWA operators for aggregating data with outliers / G. Beliakov, S. James, T. Wilkin, T. Calvo // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – 2018. – № 26 (4). – P. 1823-1832.

26. Leite, D., Skrjanc, I. Ensemble of evolving optimal granular experts, OWA aggregation, and time series prediction // Information Sciences. – 2019. – № 504. – P. 95-112.

27. Aggregation of OWA operators / R. Mesiar, L. Sipeky, P. Gupta, J. LeSheng // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – 2018. – № 26 (1). – P. 284-291.

28. Maldonado, S., Merigo, J., Miranda, J. Redefining support vector machines with the ordered weighted average // Knowledge-Based Systems. – 2018. – № 148. – P. 41-46.

29. Pander, T. EEG signal improvement with cascaded filter based on OWA operator // Signal, Image and Video Processing. – 2019. – № 13 (6). – P. 1165-1171.

30. Liu, G., Xiao, F. Y. Time series data fusion based on evidence theory and

OWA operator // Sensors. – 2019. – № 19 (5). – P. 1171.

31. *Lin, M. W., Li, X. M., Chen, L. F.* Linguistic q-rung orthopair fuzzy sets and their interactional partitioned Heronian mean aggregation operators // International Journal of Intelligent Systems. – 2020. – № 5 (2). – P. 217-249.

32. *Nedosekin, A. O.* Fuzzy financial management. – M. : AFA Library, 2003.

33. *Nedosekin, A. O.* Application of fuzzy sets to the problems of financial management [Electronic resource] // Audit and financial analysis. – URL: <https://www.cfin.ru/press/afa/2000-2/08.shtml>.

34. *Nedosekin, A. O., Kozlovsky, A. N., Abdulaeva, Z. I.* Analysis of branch economic stability by fuzzy-logical methods // Economics and management: problems, solutions. – 20185. – P. 10-16.

35. Финансовый директор [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fd.ru/question/1814-kak-povysit-rentabelnost-aktivov>.

36. Федеральная корпорация по развитию малого и среднего предпринимательства [Электронный ресурс]. – URL: <https://corpmsp.ru/finansovaya-podderzhka/zontichnyy-mekhanizm-predostavleniya-poruchitelstv>.

37. Мой бизнес. Портал по поддержке малого и среднего бизнеса [Электронный ресурс]. – URL: <https://xn--90aifddrld7a.xn--p1ai>.

38. *Подвесовский, А. Г., Лагерева, Д. Г., Коростелев, Д. А.* СПИР «ИГЛА» (Св-во отраслевого фонда алгоритмов и программ Росстата № 50200701348). 2018 [Электронный ресурс]. – URL: <http://iipo.tu-bryansk.ru/quill/developers.html>.

39. *Ma, L., Cong, X. H.* Social stability risk assessment of NIMBY major projects by OWA, matter-element, and cloud model // Journal of Intelligent & Fuzzy Systems. – 2019. – № 36 (3). – P. 2545-2556.

Bibliographic list

1. *Denis, J. D.* Origins of correlation and regression: Francis Galton or Auguste

Bravais and the error theorists? // History and Philosophy of Psychology Bulletin. – 2001. – № 13. – P. 36-44.

2. *Gogtay, N. J., Thatte, U. M.* Principles of correlation analysis // Journal of Association of Physicians of India. – 2017. – № 65. – P. 78-81.

3. *Glen, S.* Multicollinearity: Definition, Causes, Examples [Electronic resource]. – URL: <https://www.statisticshowto.data-sciencecentral.com/multicollinearity>.

4. *Hauke, J., Kossowski, T.* Comparison of values of Pearson's and Spearman's correlation coefficients on the same sets of data // Quaestiones Geographicae. – 2011. – № 30 (2). – P. 87-93.

5. *Senthilnathan, S.* Relationships and Hypotheses in Social Science Research [Electronic resource]. – URL: <https://ssrn.com/abstract=3032284>; <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3032284>.

6. Comparative accuracy of two-dimensional echocardiography and Doppler pressure half-time methods in assessing severity of mitral stenosis in patients with and without prior commissurotomy / M. D. Smith, R. Handshoe, S. Handshoe [etc.] // Circulation. – 1986. – № 73 (1). – P. 100-107.

7. *Zade, L. A.* Concept of linguistic variable and its application to making approximate decisions. – M. : Mir, 1976.

8. Your financial analytic [Electronic resource]. – URL: <https://www.audit-it.ru/finanaliz>.

9. Comparison of financial condition of company with industry indicators and competitors [Electronic resource]. – URL: www.testfirm.ru.

10. Automated data collection of key financial indicators of IT-industry enterprises in region / S. O. Kramarov, V. A. Ovsyanikov, L. V. Sakharova [etc.] // Bulletin of Cybernetics. – 2022. – № 3 (47). – P. 39-45.

11. Methodology for assessing the financial and economic state of region's industry based on algorithm of fuzzy multiple aggregation of financial and economic indicators / S. O. Kramarov, E. A. Arapova, L. V. Sakharova [etc.] // Bulletin of SurGU. – 2022. – № 3 (37). – P. 23-34.

12. Software implementation of fuzzy-multiple models of integrated assessment of dynamics of financial and economic state of industry / E. A. Arapova, S. O. Kramarov, R. S. Usatii [etc.] // Bulletin of Russian New University. Series: Complex systems: models, analysis and management. – 2022. – № 3. – P. 101-117.

13. Spodareva, E. G., Kuzmina, T. S. Application of correlation and regression analysis to assess the financial stability of an enterprise // Bulletin of Ural Institute of Economics, Management and Law. – 2020. – № 4 (53).

14. Safaryan, S. A. Development of financial condition model, forecasting based on multiple regression // Economics and Business: theory and practice. – 2020. – № 12-3.

15. Yudkina, L. V., Berlin, Yu. I. Correlation analysis of interrelations of indicators of capitalization dynamics and efficiency of public Russian companies // Finance and credit. – 2009. – № 9 (345).

16. Savelyeva, M. Yu., Mayorko, E. A., Vagaytseva, V. P. Investigation of interrelations between financial coefficients in E. Altman and IGEA bankruptcy forecasting models // Science, technology and education. – 2017. – № 1 (31).

17. Tarasova, A.Yu. Research of functional interrelations of financial indicators calculated according to the methodology approved by Federal Financial Standards // Ekonominfo. – 2004. – № 2.

18. Ordered Weighted Averaging operators. Theory and Applications / R. R. Yager, J. Kacprzyk (eds.). – Kluwer Academic Publishers, USA, 1997.

19. Kuncheva, L. I. «Fuzzy» vs «Non-fuzzy» in combining classifiers designed by boosting // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – 2003. – № 11 (6). – P. 729-741.

20. Amarante, M. Mm-OWA: A generalization of OWA operators // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – 2018. – № 26 (4). – P. 2099-2106.

21. Gong, C., Li, W., Yi, P. Rank-based analysis method to determine OWA weights and its application in group deci-

sion making // International Journal of Intelligent Systems. – 2019. – № 34 (7). – P. 1685-1699.

22. Jin, L., Mesiar, R., Yager, R. R. Melting probability measure with OWA operator to generate fuzzy measure: crescent method // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – 2019a. – № 27 (6). – P. 1309-1316.

23. Merigo, J. M., Yager, R. R. Aggregation operators with moving averages // Soft Computing. – 2019. – № 23 (21). – P. 10601-10615.

24. Yi, P., Li, W. Induced cluster-based OWA operators with reliability measures and application in group decision-making // International Journal of Intelligent Systems. – 2019. – № 34 (4). – P. 527-540.

25. Robustifying OWA operators for aggregating data with outliers / G. Beliakov, S. James, T. Wilkin, T. Calvo // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – 2018. – № 26 (4). – P. 1823-1832.

26. Leite, D., Skrzjanc, I. Ensemble of evolving optimal granular experts, OWA aggregation, and time series prediction // Information Sciences. – 2019. – № 504. – P. 95-112.

27. Aggregation of OWA operators / R. Mesiar, L. Sipeky, P. Gupta, J. LeSheng // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – 2018. – № 26 (1). – P. 284-291.

28. Maldonado, S., Merigo, J., Miranda, J. Redefining support vector machines with the ordered weighted average // Knowledge-Based Systems. – 2018. – № 148. – P. 41-46.

29. Pander, T. EEG signal improvement with cascaded filter based on OWA operator // Signal, Image and Video Processing. – 2019. – № 13 (6). – P. 1165-1171.

30. Liu, G., Xiao, F. Y. Time series data fusion based on evidence theory and OWA operator // Sensors. – 2019. – № 19 (5). – P. 1171.

31. Lin, M. W., Li, X. M., Chen, L. F. Linguistic q-rung orthopair fuzzy sets and their interactional partitioned Heronian mean aggregation operators // International Journal of Intelligent Systems. – 2020. – № 5 (2). – P. 217-249.

32. *Nedosekin, A. O.* Fuzzy financial management. – M. : AFA Library, 2003.

33. *Nedosekin, A. O.* Application of fuzzy sets to the problems of financial management [Electronic resource] // Audit and financial analysis. – URL: <https://www.cfin.ru/press/afa/2000-2/08.shtml>.

34. *Nedosekin, A. O., Kozlovsky, A. N., Abdulaeva, Z. I.* Analysis of branch economic stability by fuzzy-logical methods // Economics and management: problems, solutions. – 20185. – P. 10-16.

35. Financial Director [Electronic resource]. – URL: <https://www.fd.ru/question/1814-kak-povysit-rentabelnost-aktivov>.

36. Federal Corporation for Development of Small and Medium-sized Businesses [Electronic resource]. – URL:

<https://corpmsp.ru/finansovaya-podderzhka/zontichnyy-mekhanizm-predostavleniya-poruchitelstv>.

37. My business. Portal for the support of small and medium-sized businesses [Electronic resource]. – URL: <https://xn--90aifddrld7a.xn--p1ai>.

38. *Podesovsky, A. G., Lagerev, D. G., Korostelev, D. A.* SPR «NEEDLE» (Certificate of Industry fund of algorithms and programs of Rosstat № 50200701348). 2018 [Electronic resource]. – URL: <http://iipo.tu-bryansk.ru/quill/developers.html>.

39. *Ma, L., Cong, X. H.* Social stability risk assessment of NIMBY major projects by OWA, matter-element, and cloud model // Journal of Intelligent & Fuzzy Systems. – 2019. – № 36 (3). – P. 2545-2556.