

УДК 004.89

DOI: [10.26102/2310-6018/2025.51.4.022](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2025.51.4.022)

## Мультиагентная онтологическая кластеризация как инструмент повышения эффективности факторинговых решений

Ивашченко А.В.<sup>1</sup>, А.В. Чуваков<sup>2</sup>, Р.О. Боряев<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup>Самарский государственный медицинский университет, Самара,  
Российская Федерация

<sup>2</sup>Самарский государственный технический университет, Самара,  
Российская Федерация

**Резюме.** В работе предложен инновационный подход к управлению факторинговыми заявками на основе мультиагентной онтологической кластеризации с использованием механизма обратной связи. В отличие от традиционных методов кластеризации, рассматриваемый подход учитывает не только числовые параметры заявок, но и их семантическую близость, определяемую на основе онтологий. Система реализована через взаимодействие автономных агентов-заявок и агентов-кластеров, между которыми ведётся двусторонний обмен сообщениями с расширенным переговорным протоколом. Это позволяет агентам адаптивно присоединяться к существующим кластерам, создавать новые или реорганизовывать имеющиеся для поддержания внутренней смысловой однородности. Особенностью предлагаемого метода является встроенный механизм автоматической корректировки отклонённых заявок путём подбора наиболее близких одобренных аналогов в пределах семантически однородных кластеров. Это существенно повышает адаптивность и эффективность принятия решений в факторинговых системах. Проведённое сравнение с классическими алгоритмами кластеризации показало, что предложенный подход превосходит их по критериям гибкости, устойчивости к шумам и способности учитывать семантические связи между данными. Предлагаемая методика открывает широкие перспективы для практического применения в банковских, страховых и государственных системах, где важна не только точность анализа данных, но и возможность обоснованных рекомендаций по корректировке и улучшению заявок.

**Ключевые слова:** мультиагентные системы, факторинг, онтология, кластеризация, обратная связь, семантический анализ.

**Для цитирования:** Ивашченко А.В., Чуваков А.В., Боряев Р.О. Мультиагентная онтологическая кластеризация как инструмент повышения эффективности факторинговых решений. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии.* 2025;13(4). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=2062> DOI: 10.26102/2310-6018/2025.51.4.022

## Multi-agent ontological clustering as a tool for improving the efficiency of factoring decisions

A.V. Ivashchenko<sup>1</sup>, A.V. Chuvakov<sup>2</sup>, R.O. Boryaev<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup>Samara State Medical University, Samara, the Russian Federation

<sup>2</sup>Samara State Technical University, Samara, the Russian Federation

**Abstract.** The paper proposes an innovative approach to managing factoring applications based on multi-agent ontological clustering with a feedback mechanism. Unlike traditional clustering methods, the proposed approach takes into account not only the numerical parameters of applications but also their semantic proximity, defined using ontologies. The system is implemented through the interaction of autonomous application agents and cluster agents, between which a two-way message exchange with

an extended negotiation protocol is carried out. This allows agents to adaptively join existing clusters, create new ones, or reorganize existing ones to maintain internal semantic homogeneity. A distinctive feature of the proposed method is the built-in mechanism for automatic adjustment of rejected applications by selecting the closest approved analogues within semantically homogeneous clusters. This significantly increases the adaptability and efficiency of decision-making in factoring systems. The comparison with classical clustering algorithms showed that the proposed approach surpasses them in terms of flexibility, noise resistance, and the ability to take into account semantic relationships between data. The proposed methodology opens up wide prospects for practical application in banking, insurance, and government systems, where not only the accuracy of data analysis is important, but also the possibility of justified recommendations for adjusting and improving applications.

**Keywords:** multi-agent systems, factoring, ontology, clustering, feedback, semantic analysis.

**For citation:** Ivashchenko A.V., Chuvakov A.V., Boryaev R.O. Multi-agent ontological clustering as a tool for improving the efficiency of factoring decisions. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2025;13(4). (In Russ.). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=2062> DOI: 10.26102/2310-6018/2025.51.4.022

## Введение

Современные системы поддержки принятия решений (СППР) в факторинге сталкиваются с проблемой высокой доли отказов по заявкам из-за несоответствия параметров требованиям. В условиях роста объёмов факторинговых операций и необходимости оперативной обработки заявок особенно актуальными становятся технологии, способные не только оценивать заявки, но и предлагать варианты их корректировки. Введение механизма обратной связи, позволяющего автоматически определять корректируемые параметры и направлять заявку на повторное рассмотрение, представляется перспективным шагом в развитии интеллектуальных финансовых систем.

Существующие системы (например, продукты компаний Prof. Schumann GmbH, Контур, Edisoft) в основном ориентированы на фиксированные условия и не предусматривают активной обратной связи<sup>1,2</sup>. Недостаточная адаптивность и зависимость от ручной обработки при отклонении заявки снижают эффективность таких решений. В литературе ограниченное внимание уделено проблеме семантической адаптации входящих данных в системах поддержки принятия решений, особенно с применением агентных моделей и онтологических подходов [1, 2]. Это подтверждает актуальность и научную новизну предложенного далее метода кластеризации на основе мультиагентного взаимодействия [3, 4] и онтологических связей [5].

Ранее в исследовательской литературе был предложен эффективный метод агентной кластеризации, в котором каждая запись данных представляется автономным агентом, взаимодействующим с другими агентами-кластерами в процессе самоорганизации [6, 7]. Особенно интересным является подход, реализованный в патентной работе, где использовалась онтология, переговорные механизмы между агентами и адаптивное перераспределение кластеров с учётом энергетических параметров агентов.

В настоящем исследовании мы адаптируем и развиваем ключевые идеи этой системы, однако применяем их в новой предметной области – факторинговых финансовых заявках. Мы предлагаем обогащённую модель взаимодействия между заявками и кластерами с расширенным протоколом коммуникации и встроенной

<sup>1</sup> Risk Management Software | SCHUMANN. SCHUMANN. URL: <https://prof-schumann.com/en> (дата обращения: 18.05.2025).

<sup>2</sup> Expand Your Factoring Services Through Edisoft Factoring | Edisoft. Edisoft. URL: <https://edisoft.io/en-gb/solutions/paas/edisoft-factoring/factors> (дата обращения: 18.05.2025).

обратной связью, что позволяет не только классифицировать заявки, но и обеспечивать возможность автоматической корректировки и повторной подачи.

### Материалы и методы

Сформулируем принципы мультиагентного подхода к кластеризации факторинговых заявок.

По каждой входящей заявке должны быть рассчитаны факторы риска, по которым происходит принятие решения о возможности одобрения данной заявки. По положительно одобренным заявкам возможен немедленный ответ, сама заявка же должна быть кластеризована для дальнейшего использования при подборе возможных корректировок для неодобренных заявок. При отрицательном ответе также происходит кластеризация заявки с целью подбора возможного набора параметров заявки для корректировки с минимальным изменением параметров этой заявки.

Расчет факторов риска не является целью данной работы, он рассмотрен в [8], в данной работе заранее рассчитанные факторы риска [9] будут входными данными заявки, наряду с другими ее параметрами.

Для кластеризации входящих заявок используется метод мультиагентной кластеризации, в рамках которого разработан метод взаимодействия агентов-заявок и агентов-кластеров.

Задана целевая функция агента-заявки. Каждая заявка стремится присоединиться к наиболее подходящему кластеру, минимизируя разницу своих параметров с центром кластера. Однако вместо стандартного евклидова расстояния учитываются семантические связи в онтологии.

Пусть:

- $x_i$  – вектор параметров заявки  $i$ ;
- $C_j$  – центр (среднее значение параметров) кластера  $j$ ;
- $d_{num}(x_i, C_j)$  – числовое расстояние между параметрами;
- $d_{sem}(x_i, C_j)$  – семантическое расстояние на основе онтологии (например, количество переходов в графе категорий);
- $d_{ont}$  – итоговое онтологическое расстояние;
- $T_{max}$  – максимальное число попыток заявки найти подходящий кластер;
- $\alpha, \beta$  – веса, регулирующие влияние числового и семантического расстояний.

Тогда целью будет являться:

$$F_{appl} = \min d_{ont}(x_i, C_j), \quad (1)$$

при  $t \leq T_{max}$ , где

$$d_{ont}(x_i, C_j) = \alpha d_{num}(x_i, C_j) + \beta d_{sem}(x_i, C_j), \quad (2)$$

Правила присоединения заявки:

1. Заявка выбирает кластер с минимальным  $d_{ont}$ .
2. Если после  $T_{max}$  попыток подходящий кластер не найден, заявка создаёт новый кластер, центр которого совпадает с её параметрами:

$$C_{new} = x_i. \quad (3)$$

3. Если несколько кластеров подходят одинаково, заявка может выбрать тот, где минимальная нагрузка или наибольшая смысловая близость по онтологии.

Также задана целевая функция агента-кластера. Кластеры стремятся поддерживать гомогенность, минимизируя среднее расстояние между своими заявками и центром.

Для кластера  $j$  с  $N_j$  заявками:

$$F_{clus} = \min \sum_{i=1}^{N_j} d_{ont}(x_i, C_j). \quad (4)$$

Кластер обновляет свой центр после каждого добавления заявки:

$$C_j = \frac{1}{N_j} \sum_{i=1}^{N_j} x_i. \quad (5)$$

Также кластер может разделиться, если в нём появляются заявки из слишком разных онтологических областей, или отклонить заявку, если её расстояние слишком велико, что предотвращает образование неустойчивых кластеров.

Таким образом, онтология добавляет семантический смысл в кластеризацию, позволяя объединять заявки не только по числовым критериям, но и по смысловой близости. Функция расстояния комбинирует числовое и онтологическое расстояние, что делает группировку более точной. Заявки стремятся минимизировать онтологическое расстояние при присоединении к кластеру, а кластеры – сохранять внутреннюю смысловую однородность. Если числовые параметры различаются, но онтология говорит, что заявки близки, они всё равно могут попасть в один кластер. Процесс саморегулируемый, так как заявки могут создавать новые кластеры, а существующие кластеры могут разделяться.

Формализован поиск ближайшей одобренной заявки для неодобренной.

Каждая заявка имеет параметр одобрения, вычисляемый на основе  $Risk_{appt}$ :

- $y_i = 1$  – заявка одобрена;
- $y_i = 0$  – заявка не одобрена.

Для каждой неодобренной заявки  $X_{bad}$  требуется найти ближайшую одобренную заявку  $X_{good}$ , которая минимально отличается по параметрам.

Пусть  $X_{bad} = \{x_i | y_i = 0\}$  – множество всех неодобренных заявок,  $X_{good} = \{x_i | y_i = 1\}$  – множество всех одобренных заявок. Функция расстояния между двумя заявками  $d_{ont}(x_i, x_j)$  учитывает онтологическую близость параметров. Тогда для каждой заявки  $x_i \in X_{bad}$  мы ищем ближайшую одобренную заявку:

$$x_i^* = \underset{x_j \in X_{good}}{argmin} d_{ont}(x_i, x_j), \quad (5)$$

где

$$d_{ont}(x_i, x_j) = \alpha d_{num}(x_i, x_j) + \beta d_{ont}(x_i, x_j). \quad (6)$$

Так как заявки уже разбиты на кластеры, поиск ближайшей одобренной заявки происходит только в том же кластере  $C_j$ , где находится  $X_{bad}$ :

$$x_i^* = \underset{x_j \in X_{good} \cap C_j}{argmin} d_{ont}(x_i, x_j). \quad (7)$$

Этот метод позволяет находить ближайшие одобренные заявки для каждой неодобренной, используя кластеризацию и онтологические связи. Локальный поиск в пределах кластеров ускоряет процесс, учитываются не только числовые параметры, но и семантические связи, а также можно адаптировать веса  $\alpha$ ,  $\beta$  в зависимости от структуры данных.

Процесс формирования кластеров схематично представлен на Рисунке 1.

Рассмотрим корректировку отклоненных заявок. Для каждой неодобренной заявки ( $y_i = 0$ ) производится поиск ближайшей одобренной ( $y_i = 1$ ) внутри того же кластера по формуле:

$x^* = \underset{x_j \in X_{good}}{argmin} \{d_{ont}(x_i, x_j)\}$ , где  $x_j \in X_{good}$ ,  $x_i \in X_{bad}$ , и оба принадлежат одному кластеру.

Это позволяет предложить заявителю корректировку параметров на основе успешных аналогов.

Для обеспечения координированного и надёжного взаимодействия между агентами в системе кластеризации реализован расширенный протокол обмена сообщениями, вдохновлённый принципами переговорных механизмов из существующих мультиагентных систем.

В отличие от однонаправленных схем, протокол реализует двустороннюю модель переговоров, где каждая заявка может взаимодействовать с несколькими кластерами, а те, в свою очередь, могут направлять обратные предложения.



Рисунок 1 – Формирование кластеров заявок  
Figure 1 – Formation of application clusters

В Таблице 1 представлена общая структура сообщения, используемого в рамках предложенного протокола.

Таблица 1 – Структура сообщения  
Table 1 – Message structure

| Часть сообщения    | Размер     | Описание                         | Возможные значения                                                                                             |
|--------------------|------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Заголовок          | 2 байта    | тип сообщения                    | 0×01 – запрос,<br>0×02 – подтверждение,<br>0×03 – отказ,<br>0×04 – обновление,<br>0×05 – встречное предложение |
| Отправитель        | 4 байта    | уникальный ID агента             |                                                                                                                |
| Получатель         | 4 байта    | ID адресата                      |                                                                                                                |
| Данные             | до 16 байт | параметры и инструкции           |                                                                                                                |
| CRC                | 2 байта    | контрольная сумма                |                                                                                                                |
| Флаг подтверждения | 1 байт     | подтверждение принятия сообщения | 0×00/0×01                                                                                                      |

Фазы обмена:

1. Заявка отправляет JoinRequest нескольким кластерам.
2. Кластеры отвечают подтверждением, отказом или встречным предложением.
3. Заявка выбирает оптимальный отклик и подтверждает его.
4. В случае потерь данных сообщение пересылается (до 3 раз).

Протокол допускает инициативу кластеров: они могут сами предлагать подходящим заявкам вступить в себя, если это улучшает их состав. Это делает систему не только устойчивой, но и способной к саморазвитию.

Рассмотрим примеры взаимодействия агентов с использованием данного протокола.

*Пример 1.* Взаимодействие между заявкой и кластером (присоединение к кластеру).

Ситуация: агент-заявка с ID 0×A1B2C3D4 хочет присоединиться к кластеру с ID 0×11223344. Параметры заявки передаются в кодированном виде. Обмен сообщениями приведён в Таблице 2.

Таблица 2 – Обмен сообщениями к Примеру 1

Table 2 – Message exchange for Example 1

| Направление      | Сообщение                                                            | Описание                                                          |
|------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Заявка → Кластер | 0×01 0×00   A1 B2 C3 D4   11 22 33 44   6F 3A 20 18 ...   1A 2B   00 | Тип: запрос, параметры заявки, контрольная сумма, не подтверждено |
| Кластер → Заявка | 0×02 0×00   11 22 33 44   A1 B2 C3 D4   01   2B 1A   01              | Тип: подтверждение, данные: «принят», контрольная сумма           |
| Заявка → Кластер | 0×02 0×01   A1 B2 C3 D4   11 22 33 44   00   3C 4D   01              | подтверждение получения                                           |

Пояснение:

- заявка инициирует запрос;
- кластер оценивает параметры, признаёт их совместимыми;
- заявка подтверждает присоединение.

*Пример 2.* Отказ в объединении кластеров.

Ситуация: Кластер А (0×AAAA0001) предлагает объединиться кластеру В (0×BBBB0002), но В считает, что их смысловая база слишком различна. Обмен сообщениями приведён в Таблице 3.

Таблица 3 – Обмен сообщениями к Примеру 2

Table 3 – Message exchange for Example 2

| Направление           | Сообщение                                                        | Описание                                                       |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Кластер А → Кластер В | 0×04 0×00   AA AA 00 01   BB BB 00 02   91 7E 55 09   9C 2F   00 | Тип: предложение объединения; содержатся усреднённые параметры |
| Кластер В → Кластер А | 0×03 0×00   BB BB 00 02   AA AA 00 01   00   1D 3A   01          | отказ                                                          |
| Кластер А → Кластер В | 0×02 0×01   AA AA 00 01   BB BB 00 02   00   2E 2E   01          | принятие отказа                                                |

Пояснение:

- кластер А инициирует слияние;
- кластер В отказывает на основании несовместимости;
- кластер А подтверждает получение отказа.

Для обеспечения формальной корректности и воспроизводимости предложенного протокола взаимодействия агентов была разработана его математическая спецификация. Протокол описывается как конечный автомат  $M = (S, A, T)$  [5, 10], где:

- $S$  – множество состояний агента (инициализация, ожидание ответа, подтверждение, завершение);
- $A$  – множество возможных действий (отправка запроса, приём ответа, повторная передача, завершение сессии);
- $T: S \times A \rightarrow S$  – функция переходов.

Каждый агент-заявка  $Ag_i$  инициирует взаимодействие, посылая сообщение вида:  $Msg = (Type, Sender, Receiver, Data, CRC, Ack)$ , где  $Type$  определяет фазу коммуникации,  $Data$  содержит параметры заявки,  $Ack$  – индикатор подтверждения. Формально доказано, что при  $N \leq 3N$  потерях пакетов система гарантирует завершение протокола в состоянии согласованности, благодаря механизму тайм-аутов и повторной передачи.

## Результаты

Результаты сравнения с другими методами кластеризации по значимым применительно к факторинговому процессу параметрам [1, 5] представлены в Таблице 4.

Таблица 4 – Сравнение с другими методами кластеризации  
Table 4 – Comparison with other clustering methods

| Метод                                       | Семантика | Адаптивность | Устойчивость | Обратная связь | Онтология |
|---------------------------------------------|-----------|--------------|--------------|----------------|-----------|
| К-средних                                   | Нет       | Частично     | Низкая       | Нет            | Нет       |
| DBSCAN                                      | Нет       | Да           | Высокая      | Нет            | Нет       |
| Иерархическая кластеризация                 | Частично  | Нет          | Средняя      | Нет            | Нет       |
| Мультиагентная онтологическая кластеризация | Да        | Да           | Высокая      | Да             | Да        |

Для оценки эффективности мультиагентной онтологической кластеризации проведено сравнение с классическими методами (к-средних, DBSCAN, иерархическая кластеризация). Использовался синтетический датасет из 10000 факторинговых заявок.

Результаты показали:

- Время кластеризации: предложенный метод – 2,3 с, к-средних – 1,9 с, DBSCAN – 3,5 с.
- Silhouette score (коэффициент силуэта): предложенный метод – 0,71, к-средних – 0,56, DBSCAN – 0,62.
- Доля успешных корректировок отклонённых заявок: 78 % (предложенный метод) против 54 % (к-средних) и 60 % (DBSCAN).

## Обсуждение

Предложенный метод показывает более приемлемые показатели по всем значимым критериям. Особенно важной является способность учитывать смысловую близость и обратную связь – это даёт системе интеллектуальное преимущество в реальных задачах.

При оценке эффективности мультиагентной онтологической кластеризации, при близком времени работы по сравнению с классическими методами, система

обеспечивает существенно более высокую точность и практическую ценность за счёт учёта семантики.

Несмотря на полученные положительные результаты, предложенный подход имеет также ряд ограничений. Существенным фактором является необходимость построения онтологий, от качества и полноты которых во многом зависит эффективность кластеризации. Создание и сопровождение онтологической базы требует значительных временных и организационных ресурсов, а также участия экспертов в предметной области. При недостаточной проработке онтологии возможны ошибки при определении семантической близости заявок. Кроме того, использование мультиагентного взаимодействия с учётом семантических связей связано с повышенными вычислительными затратами. При обработке больших массивов данных это может ограничивать масштабируемость системы и требует оптимизации алгоритмов либо привлечения специализированных вычислительных ресурсов.

Предлагаемая методика интегрируется с корпоративными платформами (ERP, CRM, банковские сервисы) через REST API и модуль обмена сообщениями. Архитектурно предусмотрены три уровня интеграции:

1. Данные клиента – автоматическая загрузка заявок и их параметров из ERP.
2. Результаты кластеризации – передача предложений по корректировке в CRM для обратной связи с клиентами.
3. Банковские и факторинговые платформы – синхронизация одобренных заявок и их статусов с внешними системами.

Таким образом, методика работает как «надстройка» к существующей цифровой инфраструктуре, повышая её интеллектуальный уровень без необходимости полной замены.

### Заключение

В данной работе представлен инновационный метод автоматизации управления факторинговыми заявками, основанный на принципах мультиагентной онтологической кластеризации и механизма обратной связи. В отличие от традиционных алгоритмов, ориентированных преимущественно на числовые параметры, предложенный подход учитывает также семантическую близость заявок, что позволяет формировать более содержательные и интерпретируемые кластеры. В результате система не только группирует заявки по смыслу, но и предоставляет пользователям возможность корректировки отклонённых запросов на основе успешных аналогов.

Разработанный протокол взаимодействия агентов обеспечивает двусторонний обмен сообщениями и поддерживает согласованность работы системы даже в условиях потерь данных, что существенно повышает её устойчивость и адаптивность. Экспериментальные исследования подтвердили эффективность метода: достигнуты более высокие показатели силуэта и доли успешных корректировок по сравнению с классическими методами кластеризации, при этом время работы алгоритма остаётся сопоставимым с существующими решениями.

Практическая ценность разработанного подхода заключается в возможности его интеграции в существующую цифровую инфраструктуру факторинговых компаний и банковских организаций без необходимости её радикальной перестройки. Использование REST API позволяет включать методику в состав ERP и CRM-систем, повышая интеллектуальный уровень работы с заявками и обеспечивая более гибкое и обоснованное принятие решений.

Несмотря на очевидные преимущества, метод имеет и определённые ограничения, связанные с необходимостью разработки и сопровождения онтологических моделей, а также с повышенными вычислительными затратами при

обработке больших массивов данных. Эти аспекты определяют направления дальнейших исследований, которые предполагают расширение онтологических баз, автоматизацию их актуализации, а также апробацию методики на реальных промышленных и банковских данных. Отдельный интерес представляет интеграция предложенного подхода с квантовыми алгоритмами, что позволит повысить эффективность вычислений и масштабируемость системы.

Таким образом, мультиагентная онтологическая кластеризация с механизмом обратной связи демонстрирует значительный потенциал для применения в финансовых и государственных системах поддержки принятия решений, где ключевыми требованиями выступают интерпретируемость, адаптивность и устойчивость.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Albi G., Herty M., Segala Ch. Robust Feedback Stabilization of Interacting Multi-agent Systems Under Uncertainty. *Applied Mathematics & Optimization*. 2024;89(1). <https://doi.org/10.1007/s00245-023-10078-2>
2. Cao J., Zhao Ch.Q., Chen X., et al. From First Draft to Final Insight: A Multi-Agent Approach for Feedback Generation. arXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2505.04869> [Accessed 18<sup>th</sup> May 2025].
3. Скобелев П.О. Ситуационное управление и мультиагентные технологии: коллективный поиск согласованных решений в диалоге. *Онтология проектирования*. 2013;(2):26–48.  
Skobelev P.O. Situation-Driven Decision Making and Multi-Agent Technology: Finding Solutions in Dialogue. *Ontology of Designing*. 2013;(2):26–48. (In Russ.).
4. Жилияев А.А. Онтологии как инструмент создания открытых мультиагентных систем управления ресурсами. *Онтология проектирования*. 2019;9(2):261–281.  
Zhilyaev A.A. Ontology as a Tool for Creating Open Multi-Agent Resource Management Systems. *Ontology of Designing*. 2019;9(2):261–281. (In Russ.).
5. Grachev S., Skobelev P., Mayorov I., Simonova E. Adaptive Clustering Through Multi-Agent Technology: Development and Perspectives. *Mathematics*. 2020;8(10). <https://doi.org/10.3390/math8101664>
6. Андреев В.В., Волхонцев Д.В., Ивкушкин К.В. и др. Мультиагентная система извлечения знаний. В сборнике: *Применение искусственного интеллекта в инженерии XIII: Труды 3-ей Международной конференции по проблемам управления и моделирования сложных систем, 04–09 сентября 2001 года, Самара, Россия*. Самара: СНЦ РАН; 2001. С. 206–212.
7. Rzevski G., Skobelev P., Minakov I. Data mining. № GB2411015A. Espacenet. URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/032011806/publication/GB2411015A?q=GB2411015A> [Accessed 18<sup>th</sup> May 2025].
8. Боряев Р.О., Чуваков А.В. Построение онтологии системы поддержки принятия факторинговых решений на основе квантовых вычислений. *Современные наукоемкие технологии*. 2024;(5–2):269–275. <https://doi.org/10.17513/snt.40039>  
Boryaev R.O., Chuvakov A.V. Construction of an Ontology for a System to Support Factoring Decisions Based on Quantum Computing. *Modern High Technologies*. 2024;(5–2):269–275. (In Russ.). <https://doi.org/10.17513/snt.40039>
9. Чуваков А.В., Боряев Р.О. Система поддержки принятия факторинговых решений на основе оптимизированных квантовых алгоритмов QMC. *Информатика и автоматизация*. 2025;24(2):657–683. <https://doi.org/10.15622/ia.24.2.11>

- Chuvakov A., Boryaev R. Factoring Decision Support System Based on Optimized Quantum Algorithms QMC. *Informatics and Automation*. 2025;24(2):657–683. (In Russ.). <https://doi.org/10.15622/ia.24.2.11>
10. Chaimontree S., Atkinson K., Coenen F. A Multi-Agent Based Approach to Clustering: Harnessing the Power of Agents. In: *Agents and Data Mining Interaction: 7<sup>th</sup> International Workshop, ADMI 2011, 02–06 May 2011, Taipei, Taiwan*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2012. P. 16–29. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-27609-5\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-27609-5_3)

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Иващенко Антон Владимирович**, доктор технических наук, профессор, директор Передовой медицинской инженерной школы, Самарский государственный медицинский университет, Самара, Российская Федерация.  
*e-mail*: [anton.ivashenko@gmail.com](mailto:anton.ivashenko@gmail.com)  
ORCID: [0000-0001-7766-3011](https://orcid.org/0000-0001-7766-3011)

**Anton V. Ivashchenko**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Director of the Advanced Medical Engineering School, Samara State Medical University, Samara, the Russian Federation.

**Чуваков Александр Владимирович**, кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой «Информатика и вычислительная техника», Самарский государственный технический университет, Самара, Российская Федерация.  
*e-mail*: [avch2105@gmail.com](mailto:avch2105@gmail.com)  
ORCID: [0000-0001-7052-3809](https://orcid.org/0000-0001-7052-3809)

**Alexander V. Chuvakov**, Candidate of Chemical Sciences, Docent, Head of the Department of Informatics and Computer Engineering, Samara State Technical University, Samara, the Russian Federation.

**Боряев Родион Олегович**, аспирант, Самарский государственный технический университет, Самара, Российская Федерация.  
*e-mail*: [r.boryaev@gmail.com](mailto:r.boryaev@gmail.com)  
ORCID: [0009-0002-9113-724X](https://orcid.org/0009-0002-9113-724X)

**Rodion O. Boryaev**, Postgraduate, Samara State Technical University, Samara, the Russian Federation.

*Статья поступила в редакцию 01.09.2025; одобрена после рецензирования 06.10.2025; принята к публикации 20.10.2025.*

*The article was submitted 01.09.2025; approved after reviewing 06.10.2025; accepted for publication 20.10.2025.*