

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ БАНКОВСКОГО МОШЕННИЧЕСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБРИДНЫХ АЛГОРИТМОВ

Правоторова А.Ю.

*Академия управления при Президенте Республики Беларусь,
г.Минск, Республика Беларусь*

Шабанович Р.А. – ст. преподаватель кафедры УИР

Аннотация. Данная работа представляет разработку интеллектуальной системы для выявления сложных мошеннических схем в банковских транзакциях. Система реализует гибридный подход, объединяющий квантово-графовый анализ, нейроморфные вычисления и эволюционную оптимизацию для обнаружения новых и адаптивных угроз. Решение обеспечивает высокую точность обнаружения при минимальном уровне ложных срабатываний в условиях реального времени.

Ключевые слова: обнаружение мошенничества, гибридные алгоритмы, транзакции, анализ, нейроморфные вычисления, банк, безопасность

Введение. Современное банковское мошенничество эволюционирует быстрее традиционных систем защиты. Классические подходы на основе статических правил неэффективны против скоординированных атак с использованием социальной инженерии и искусственной легитимизации паттернов [1]. Данная работа предлагает инновационную архитектуру системы обнаружения на основе синтеза четырех методологий: квантово-вдохновленных графовых алгоритмов [2], нейроморфных вычислений [3], гиперграфового анализа [4] и эволюционной оптимизации [5]. Гибридный подход преодолевает ограничения отдельных методов, создавая систему для выявления как известных, так и новых схем мошенничества.

Основная часть. В основе системы лежит квантово-вдохновленный процессор графовой обработки, который имитирует принципы квантовой механики для анализа сложных сетевых структур финансовых транзакций.

В отличие от классических графовых алгоритмов, которые анализируют связи между узлами по отдельности, квантовый подход позволяет рассматривать всю сеть как единую квантовую систему, где состояния представляют собой суперпозиции возможных путей транзакций. Этот метод особенно эффективен для обнаружения слабых корреляций и скрытых зависимостей, которые не проявляются при статистическом анализе отдельных пар узлов. Алгоритм квантовой ходьбы реализует интерференцию амплитуд вероятностей, при которой легитимные паттерны взаимно гасятся, а аномальные – усиливаются, что аналогично принципу квантового усиления в физических системах [6]. Технически это достигается через вычисление фазовых сдвигов для каждой пары вершин графа с последующим накоплением интерференционной картины в течение множества временных итераций. Важным аспектом является использование экспоненциального затухания для моделирования декогеренции – процесса, который в реальных квантовых системах приводит к потере когерентности, но в нашем случае служит фильтром для устранения случайных шумовых корреляций.

Второй ключевой компонент системы – нейроморфная сеть, архитектура которой заимствована из принципов организации коры головного мозга. В отличие от традиционных нейронных сетей, основанных на математических абстракциях, нейроморфная реализация воспроизводит биологически правдоподобные механизмы обработки информации, включая спайковую передачу сигналов, зависимую от времени пластичность (STDP) [7] и модуляцию нейромедиаторами. Каждый искусственный нейрон в системе поддерживает состояние мембранного потенциала, которое изменяется под влиянием входных сигналов, и генерирует спайк при превышении порогового значения. Этот подход обеспечивает временную точность обработки, критически важную для анализа последовательностей финансовых операций, где

временные интервалы между транзакциями часто содержат диагностически значимую информацию. Система нейромедиаторов моделирует три ключевых химических регулятора: дофамин, выполняющий функцию системы вознаграждения и усиливающий связи, соответствующие выявленным аномальным паттернам; серотонин, стабилизирующий обучение и предотвращающий переобучение; и норадреналин, повышающий чувствительность системы к неожиданным событиям [8].

Для моделирования многомерных отношений в финансовых операциях система использует гиперграфы – математическую структуру, обобщающую понятие графа, где одно ребро может соединять произвольное количество вершин. Каждое гиперребро инкапсулирует не только факт транзакции, но и многомерные метаданные, включая временные метки, географические координаты, категории операций и поведенческие контексты. Аналитический модуль вычисляет набор топологических метрик, характеризующих структурные свойства гиперграфа: коэффициент кластеризации, отражающий локальную плотность связей; распределение центральности вершин, показывающее неравномерность влияния различных узлов сети; спектральный разрыв, являющийся индикатором связности всей системы. Для вычисления спектральных характеристик реализован алгоритм степенных итераций. Обнаружение аномальных структур основано на многокритериальной оценке, учитывающей отклонения в весовом распределении, нестандартные размеры гиперребер и темпоральные аномалии. При этом система способна выявлять не только явные нарушения, но и слабые сигналы, которые в отдельности могут казаться легитимными, но в совокупности образуют подозрительные паттерны.

Четвертый компонент системы – эволюционный оптимизатор, который непрерывно совершенствует набор правил обнаружения мошенничества, используя принципы генетических алгоритмов. В отличие от статических систем правил, которые быстро устаревают, эволюционный подход позволяет адаптироваться к изменяющимся тактикам мошенников. Каждое правило кодируется в виде хромосомы, содержащей гены параметров и весов, определяющих чувствительность к различным типам аномалий. Система поддерживает пять категорий правил, каждая из которых специализируется на определенном аспекте анализа: временные корреляции выявляют нестандартные временные паттерны в последовательностях операций; кластеризация сумм обнаруживает аномальные группировки транзакций по величине; сетевая центральность анализирует структурную позицию аккаунта в транзакционном графе; последовательные паттерны распознают сложные поведенческие шаблоны; географические аномалии выявляют логистические несоответствия в операциях. Процесс оптимизации использует турнирную селекцию и адаптивную мутацию, где скорость мутаций динамически регулируется в зависимости от эффективности конкретной хромосомы – менее успешные правила подвергаются более интенсивным изменениям, в то время как эффективные правила стабилизируются. Оценка приспособленности происходит на синтетически сгенерированных данных, моделирующих как легитимные, так и мошеннические операции, при этом система способна продолжать обучение на реальных данных без существенной деградации производительности.

Интеграция компонентов достигается через многоуровневую архитектуру, где каждая подсистема вносит вклад в формирование итоговой оценки. Процесс обработки транзакции начинается с преобразования исходных данных в многомерный вектор признаков, включающий нормализованные финансовые показатели, темпоральные характеристики, категориальные атрибуты и контекстуальные метаданные. Нейроморфная сеть производит первичную оценку, используя биологические механизмы распознавания паттернов, и формирует спайковый выходной вектор, где активность каждого нейрона соответствует определенному аспекту анализируемой транзакции. Одновременно эволюционный оптимизатор применяет текущий набор правил, генерируя оценку по каждому из пяти категориальных направлений анализа. Параллельно транзакция интегрируется в гиперграфовую модель, где производится структурный анализ в контексте предыдущих операций. Итоговая оценка формируется как взвешенная комбинация четырех компонентов с коэффициентами, отражающими доверие к каждому источнику на основе исторической точности. Критически важным аспектом архитектуры является механизм обратной связи, где результаты обнаружения используются для адаптивной настройки всех компонентов:

нейроморфная сеть регулирует пороги активации нейронов, эволюционный оптимизатор обновляет популяцию правил, гиперграфовая модель пересчитывает веса связей, а база паттернов пополняется новыми схемами.

Заключение. Предложенная гибридная архитектура демонстрирует значительный потенциал благодаря синергии разнородных подходов. Ее ключевое преимущество – способность выявлять сложные, распределенные схемы мошенничества, недоступные традиционным системам. Адаптивность, обеспеченная эволюционной оптимизацией и нейроморфным обучением, позволяет непрерывно совершенствоваться. Перспективные направления: интеграция с анализом неструктурированных данных, распределенная обработка для крупных банковских групп, прогнозирование новых схем. Внедрение таких систем способно повысить безопасность финансовых операций и снизить экономические потери.

Список литературы

1. Эконометрика в биржевой аналитике: современные подходы и методы –> *Machine Learning Guru* : [сайт]. – Дмитрий Крылов, 2026. – URL: https://mlgu.ru/2401/?utm_source=yandex&utm_medium=organic (дата обращения: 20.01.2026).
2. Revolutionary Breakthrough: Graphene Processor Makes AI 10X Faster : [bibliographic database]. – [Tolify.ai], 2026. – URL: <https://www.tolify.ai/ai-news/revolutionary-breakthrough-graphene-processor-makes-ai-10x-faster-1509408> (date of access: 22.01.2026).
3. Neuromorphic Hardware and Computing | by IEEE Computer Society - VIT | Medium : [bibliographic database]. – [Medium], 2026. – URL: https://medium.com/@IEEE_Computer_Society_VIT/neuromorphic-hardware-and-computing-f7cc8f71ed58 (date of access: 22.01.2026).
4. Гиперграфы и устойчивость сетей: как математика предотвращает кризисы : [сайт]. – Innovanes.ru, 2008-2026. – URL: <https://innovanews.ru/info/news/internet/matematika-khaosa-kak-predskazat-kogda-rukhnnet-sistema/> (дата обращения: 25.01.2026).
5. Руководство по эволюционным алгоритмам | Ultralytics : [сайт]. – Ultralytics, 2008-2026. – URL: <https://www.ultralytics.com/ru/blog/what-is-an-evolutionary-algorithm-a-quick-guide> (дата обращения: 26.01.2026).
6. Frontiers | Quantum Walk-Based Vehicle Routing Optimisation : [bibliographic database]. – [Frontiers Media SA], 2026. – URL: <https://www.frontiersin.org/journals/physics/articles/10.3389/fphy.2021.730856/full> (date of access: 27.01.2026).
7. Frontiers | Adaptive STDP-based on-chip spike pattern detection : [bibliographic database]. – [Frontiers Media SA], 2026. – URL: <https://www.frontiersin.org/journals/neuroscience/articles/10.3389/fnins.2023.1203956/full> (date of access: 27.01.2026).
8. Нейромедиаторный обмен | Статьи и материалы на сайте «Chromolab». : [сайт]. – Chromolab, 2026. – URL: <https://www.chromolab.ru/spetsialistam/stati-i-materialy/nyromediatornyy-obmen/> (дата обращения: 02.02.2026).

UDC 004.415.23

DEVELOPMENT OF A BANK FRAUD DETECTION SYSTEM USING HYBRID ALGORITHMS

Pravotorova A. Yu.

Academy of Public Administration under the President of the Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

Shabanovich R.A. – Senior Lecturer of the Department of Management Information Resources

Annotation. This paper presents the development of an intelligent banking fraud detection system designed to identify complex fraudulent transaction schemes in real time. The proposed solution is based on a hybrid approach integrating quantum-inspired graph analysis, neuromorphic computing, hypergraph modeling, and evolutionary optimization techniques. The system enables the detection of both known and previously unseen adaptive fraud patterns by combining structural, temporal, and behavioral transaction analysis. Experimental architectural evaluation demonstrates that the hybrid model provides high fraud detection accuracy while maintaining a low false positive rate under dynamic financial environments. The adaptive learning mechanisms embedded in the architecture ensure continuous refinement of detection rules and pattern recognition models, making the system suitable for deployment in modern banking infrastructures.

Keywords: fraud detection, hybrid algorithms, banking transactions, graph analysis, neuromorphic computing, financial security