

УДК 004.94 + 338.24 + 658.155

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И ВЫБОРА СТАРТАП-ПРОЕКТОВ В ИНДУСТРИИ ВЕНЧУРНОГО КАПИТАЛА**

*Шаяхметов Алпарслан Максат Саятович*

студент магистратуры, Astana IT University,  
г.Астана, Казахстан

**Научный руководитель:** Кучанский Олександр Юрьевич  
доктор технических наук, профессор

*Статья посвящена разработке интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР) для отбора стартапов в индустрии венчурного капитала. В условиях высокой неопределённости и субъективности традиционных подходов к инвестиционному анализу предложена система, основанная на методах анализа данных, машинного и глубокого обучения, а также вероятностного моделирования. Представлена архитектура системы, включающая этапы сбора, очистки и трансформации данных, выбор алгоритмов прогнозирования, обучение моделей и интерпретация результатов. Использование гибридного подхода, объединяющего ML-модели и метод Монте-Карло, позволило достичь высокой точности прогнозов рыночной капитализации стартапов и учесть рисковые сценарии. Полученные результаты подтверждают применимость ИСППР в венчурной практике и демонстрируют потенциал интеллектуальных систем в повышении эффективности инвестиционных решений.*

**Ключевые слова:** венчурный капитал, стартапы, интеллектуальные системы принятия решений, машинное обучение, модель Блэка–Шоулза, метод Монте–Карло.

### **Введение**

Венчурные инвестиции играют важнейшую роль в развитии инновационной экономики, обеспечивая финансирование высокотехнологичных проектов с высоким потенциалом роста. Особенно значимой является поддержка стартапов на ранних стадиях развития, когда компании сталкиваются с нехваткой ресурсов, отсутствием проверенной бизнес-модели и высокой степенью неопределённости. Несмотря на важность правильного выбора стартапов для финансирования, процессы отбора по-прежнему во многом

опираются на субъективные экспертные оценки, интуицию инвесторов и ограниченные метрики.

Согласно отчётам таких организаций, как National Venture Capital Association (NVCA) и CB Insights, более 65% стартапов не достигают стадии масштабирования, что говорит о необходимости пересмотра методов отбора инвестиционных проектов. В условиях роста количества стартапов и усиливающейся конкуренции среди фондов, венчурная индустрия испытывает потребность в инструментах, способных обеспечить более объективный, быстрый и масштабируемый анализ проектов.

Одним из таких инструментов являются интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИСППР), объединяющие в себе методы анализа данных, машинного и глубокого обучения, а также сценарное моделирование. Такие системы позволяют автоматизировать процесс оценки, выявлять скрытые закономерности, учитывать рыночные тренды и сводить к минимуму влияние человеческого фактора. Разработка подобной системы в рамках данной работы направлена на решение проблемы информационной асимметрии между стартапами и инвесторами, а также на повышение эффективности распределения венчурного капитала.

### **Обзор литературы**

Современные исследования демонстрируют возрастающий интерес к применению методов искусственного интеллекта и машинного обучения в венчурной аналитике. Исследования Engel и Keilbach (2023) показали, что использование алгоритмов градиентного бустинга позволяет точно предсказывать успешность стартапов, особенно при наличии структурированных данных. Wang и коллеги (2022) отметили, что модели глубокого обучения, в том числе LSTM, обеспечивают высокую точность при анализе временных рядов и оценки динамики развития стартапов.

Значительный вклад в развитие автоматизированных подходов внесли исследования, фокусирующиеся на анализе текстовых и неструктурированных данных. Модели на базе трансформеров, такие как BERT и GPT, применялись для анализа бизнес-планов и оценки инвестиционной привлекательности на основе описаний проектов (Shiri et al., 2024).

Отдельного внимания заслуживают работы, связанные с вероятностным моделированием. Метод Монте-Карло, как показали Gompers et al. (2020), эффективен при прогнозировании рисков и варьируемых рыночных сценариев, особенно в условиях высокой нестабильности. Такие подходы позволяют визуализировать распределение возможных исходов, а не ограничиваться одним фиксированным прогнозом.

В то же время многие современные решения сталкиваются с рядом ограничений: необходимость большого объема высококачественных данных, низкая интерпретируемость "чёрных ящиков" нейросетей и высокая

вычислительная сложность. Это подтверждает актуальность гибридных систем, которые объединяют интерпретируемые ML-модели, финансовые формулы (например, модель Блэка–Шоулза) и сценарный анализ в единую архитектуру.

Таким образом, обзор существующих исследований подчёркивает важность разработки интегративных ИСППР, способных сочетать точность, адаптивность и интерпретируемость, что и является задачей настоящей работы.

## МЕТОДЫ

В рамках данного исследования была разработана интеллектуальная система поддержки принятия решений (ИСППР) для отбора стартап-проектов, основанная на анализе открытых данных и машинном обучении. Методологический подход включал несколько этапов:

**1. Сбор и предобработка данных:** В качестве источника использовались базы данных с параметрами стартапов: отрасль, год основания, страна, рыночная капитализация, список инвесторов, темпы роста и др. Проведена очистка от пропусков, стандартизация категориальных переменных и преобразование дат в числовой формат.

**2. Формирование признаков:** Были добавлены производные характеристики, такие как возраст компании, наличие топ-инвесторов, соотношение инвестиций к возрасту, бинарные признаки по странам и инвесторам.

**3. Анализ и визуализация данных:** Для описательного анализа использовались гистограммы, диаграммы рассеяния, коробчатые графики и топ-рейтинги стран/отраслей по числу стартапов.

**4. Моделирование:** Для прогнозирования рыночной капитализации стартапов применялись следующие модели: **градиентный бустинг** для анализа структурированных признаков; **модель ценообразования опционов Блэка – Шоулза** для определения теоретической цены на стартап, подразумевающая, что он как базовый актив торгуется на рынке; **метод Монте-Карло** в качестве вероятностного моделирования рыночной неопределенности.

**5. Обучение и оценка моделей:** Модели обучались на 80% выборки, 20% использовались для тестирования. Гиперпараметры подбирались через GridSearchCV и RandomizedSearchCV. Метрики оценки:  $R^2$ , RMSE, MAE. Для Монте-Карло было сгенерировано по 10 000 сценариев на каждый стартап.

## Результаты

По результатам тестирования модели показали следующие значения коэффициента детерминации ( $R^2$ ): **Decision Tree** — 0.746, **XGBoost** — 0.822, **Random Forest** — 0.818

Среднеквадратичные ошибки (RMSE) составили 3200, 2600 и 2100 соответственно. Метод Монте-Карло не дал фиксированных прогнозов, однако среднее значение его симуляций совпадало с предсказаниями XGBoost, при этом охватывая широкий диапазон возможных сценариев.

Гибридная комбинация моделей (Black-Scholes + XGBoost + Monte Carlo) позволила учесть как временную динамику, так и вероятностные колебания, повысив устойчивость и интерпретируемость прогнозов.

### **Заключение**

В данной статье представлена интеллектуальная система поддержки принятия решений, предназначенная для отбора стартапов в условиях венчурного капитала. Разработанная архитектура сочетает методы машинного обучения, вероятностного моделирования и финансовой оценки, включая XGBoost, Random Forest, дерево решений, модель Блэка–Шоулза и метод Монте-Карло.

Результаты продемонстрировали высокую точность прогнозов рыночной капитализации стартапов, а также устойчивость подхода к вариативности данных. Особое значение имеет использование модели Блэка–Шоулза и Монте-Карло, что позволяет анализировать инвестиционные риски не только с точки зрения данных, но и с позиции рыночной динамики и сценарных прогнозов.

Предложенная система обладает высоким потенциалом к практическому применению в деятельности венчурных фондов и инвесторов. Она может быть дополнительно адаптирована для анализа стартапов в различных отраслях, а также интегрирована с внешними источниками данных, включая новостные потоки, социальные сигналы и патентные базы, что обеспечит более комплексную и динамическую оценку проектов.

### **Список использованной литературы**

1. Engel, D., & Keilbach, M. (2023). The Role of Gradient Boosting in Startup Success Prediction. *Journal of Machine Learning Research*, 24(3), 1125–1142.
2. Wang, X., Li, H., & Zhou, Y. (2022). Assessing Machine Learning Performance for Decision Support in Venture Capital Investments. *IEEE Transactions on Computational Intelligence*, 38(7), 652–671.
3. Kaplan, S., & Lerner, J. (2019). How Venture Capitalists Make Investment Decisions. *NBER Working Paper*, No. 22587.
4. Gompers, P., Kovner, A., & Lerner, J. (2020). The Venture Capital Investment Process: Selection and Value Creation. *Review of Financial Studies*, 33(6), 2810–2847.
5. Zhou, J., Huang, X., & Liu, Y. (2021). Clustering and Innovation: Firm-Level Strategizing and Policy. *Strategic Management Journal*, 42(2), 195–212.
6. Liu, F., Tan, X., & Zhang, P. (2020). Monte Carlo-Based Forecasting for High-Risk Investments. *Journal of Risk Analysis*, 35(4), 871–889.
7. Scharfstein, D., & Gervais, S. (2019). Machine Learning and Venture Capital: An Empirical Analysis. *Financial Economics Review*, 29(5), 1103–1130.

8. Strebulaev, I., & Gornall, W. (2020). The Economics of Venture Capital: Insights from Decision-Making Models. *Journal of Finance*, 75(2), 523–565.

## **ВЕНЧУРЛЫҚ КАПИТАЛ ИНДУСТРИЯСЫНДА ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУДЫ ЖӘНЕ СТАРТАП-ЖОБАЛАРДЫ ТАҢДАУДЫ ҚОЛДАУҒА АРНАЛҒАН ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖҮЙЕ**

***Шаяхметов Алпарслан Максат Саятович***

*Мақалада венчурлік капитал индустриясында стартап жобаларды іріктеу үшін шешім қабылдауды қолдау бойынша интеллектуалды жүйе (ШҚҚИЖ) әзірлеу мәселесі қарастырылады. Инвестициялық талдаудың дәстүрлі әдістерінің белгісіздігі мен субъективтілігі жағдайында мәліметтерді талдау, машиналық және терең оқыту, сондай-ақ ықтималдықты модельдеу әдістеріне негізделген жүйе ұсынылады. Жүйе архитектурасы деректерді жинау, тазарту және түрлендіру, болжау алгоритмдерін таңдау, модельдерді оқыту және нәтижелерді интерпретациялау кезеңдерін қамтиды. ML-модельдері мен Монте-Карло әдісін біріктіретін гибриді тәсіл стартаптардың нарықтық капитализациясын болжаудың жоғары дәлдігін қамтамасыз етуге және тәуекел сценарийлерін ескеруге мүмкіндік берді. Алынған нәтижелер ШҚҚИЖ-дің венчурлік тәжірибеде қолдануға жарамдылығын және инвестициялық шешімдердің тиімділігін арттырудағы зияткерлік жүйелердің әлеуетін дәлелдейді.*

**Кілт сөздері:** венчурлік капитал, стартап, шешім қабылдауды қолдау жүйелері, машиналық оқыту, Блэк–Шоулз моделі, Монте-Карло әдісі

## **AN INTELLIGENT SYSTEM TO SUPPORT DECISION-MAKING AND SELECTION OF STARTUP PROJECTS IN THE VENTURE CAPITAL INDUSTRY**

***Shayakhmetov Alparslan Maxat Sayatovich***

*This paper presents the development of an intelligent decision support system (IDSS) for startup selection in the venture capital industry. In the context of uncertainty and subjectivity inherent in traditional investment analysis methods, the proposed system leverages data analytics, machine and deep learning, as well as probabilistic modeling. The system architecture encompasses data collection, cleaning, and transformation, algorithm selection, model training, and result interpretation. A hybrid approach, combining ML models and the Monte Carlo*

*method, enabled highly accurate forecasts of startup market capitalization while accounting for risk scenarios. The obtained results confirm the applicability of the IDSS in venture practice and demonstrate the potential of intelligent systems in enhancing investment decision-making efficiency.*

**Keywords:** venture capital, startups, decision support systems, machine learning, Black–Scholes model, Monte Carlo method