

Научно-исследовательский журнал «Modern Economy Success»

<https://mes-journal.ru>

2025, № 4 / 2025, Iss. 4 <https://mes-journal.ru/archives/category/publications>

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности: 5.2.1. Экономическая теория (экономические науки)

УДК 338.364.4



¹ Ахrameев М.Д., ² Стефановский Д.В.,

¹ Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации,
² Государственный университет управления

***Интеграция минимакс-модели и теории технологического роста
для анализа взаимодействия ИТ-компаний и клиентов***

Аннотация: в статье разработана методика анализа взаимодействия ИТ-компаний и клиентов в условиях неопределенности, интегрирующая минимакс-модель, теорию технологического роста и количественную оценку рисков через параметрическую конфигурацию опасностей. Методика учитывает динамику технологического прогресса (через производственную функцию с факторами капитала, труда и технологий), конфликт интересов сторон (максимизация прибыли компании против минимизации рисков клиента) и количественную оценку рисков, с определением критических порогов для компании и клиента (максимальная цена услуги, минимальное качество, уровень доверия, инвестиции в безопасность). Для оценки использовались симуляции Монте-Карло на данных ИТ-компаний, разрабатывающей DevSecOps-решения, что позволило количественно оценить влияние стартовых условий на конечные показатели. Статья вносит вклад в развитие теории игр и стратегического анализа для ИТ-рынка, где баланс между технологическим прогрессом, безопасностью и конкуренцией определяет успех компаний. Практическая значимость заключается в оптимизации инвестиций в R&D, ценообразовании, управлении рисками через мониторинг параметров конфигурации опасностей и выборе надежных партнеров. Методика может быть адаптирована для отраслей с критичными требованиями к безопасности и взаимодействию с клиентами (здравоохранение, логистика), может быть добавлен учет макроэкономических шоков и стохастических факторов.

Ключевые слова: минимакс модели, модель фирмы, технологический рост, производственная функция, управление рисками, ИТ-компания

Для цитирования: Ахrameев М.Д., Стефановский Д.В. Интеграция минимакс-модели и теории технологического роста для анализа взаимодействия ИТ-компаний и клиентов // Modern Economy Success. 2025. № 4. С. 344 – 351.

Поступила в редакцию: 2 апреля 2025 г.; Одобрена после рецензирования: 4 июня 2025 г.; Принята к публикации: 11 июля 2025 г.

¹ Akhrameev M.D., ² Stefanovsky D.V.,

¹ Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration,
² State University of Management

***Integration of minimax models and technological growth theory to analyze
the interaction between IT companies and clients***

Abstract: the article proposes a methodology for analyzing the interaction between IT companies and their clients under conditions of uncertainty, integrating minimax models, the theory of technological growth, and quantitative risk assessment through a parametric configuration of threats. The methodology accounts for the dynamics of technological progress (via a production function incorporating capital, labor, and technology factors), the conflicting interests of the parties (maximizing company profit versus minimizing client risks), and quantitative risk assessment with the identification of critical thresholds for both the company and the client (e.g., maximum service

price, minimum quality, trust level, and security investments). Monte Carlo simulations were applied to data from an IT company developing DevSecOps solutions, enabling a quantitative evaluation of the impact of initial conditions on final outcomes. The study contributes to advancing game theory and strategic analysis for the IT market, where the balance between technological progress, security, and competition determines corporate success. The practical significance lies in optimizing R&D investments, pricing strategies, risk management through monitoring threat-configuration parameters, and selecting reliable partners. The methodology can be adapted for industries with critical requirements for security and client interaction (e.g., healthcare, logistics) and may incorporate considerations of macroeconomic shocks and stochastic factors.

Keywords: minimax models, firm model, technological growth, production function, risk management, IT companies

For citation: Akhrameev M.D., Stefanovsky D.V. Integration of minimax models and technological growth theory to analyze the interaction between it companies and clients. Modern Economy Success. 2025. 4. P. 344 – 351.

The article was submitted: April 2, 2025; Approved after reviewing: June 4, 2025; Accepted for publication: July 11, 2025.

Введение

Современный IT-рынок характеризуется ускоренными темпами технологического прогресса, ростом требований к безопасности и динамикой взаимодействия между поставщиками услуг и их клиентами. Глобальный рынок IT-услуг оценивается в триллионах долларов (до 5 трлн \$), при этом 70% компаний перешли на гибридные облачные модели, а 30% бюджетов IT-отделов тратится на кибербезопасность [1]. По данным доклада министра цифрового развития РФ, продажи российских IT-решений в 2024 году существенно выросли (+46% год к году) и достигли 4,5 трлн рублей. Значительные инвестиции решают одни задачи, но одновременно вызывают новые проблемы: конфликт интересов между поставщиками и клиентами, динамичность технологий, необходимость постоянного обновления решений (например, переход к DevSecOps), а также риск утечек данных или потери клиентов.

Традиционные методы анализа бизнеса, такие как SWOT или модели факторного анализа, не учитывают эти сложности. Например, SWOT фокусируется на статических оценках, игнорируя динамику взаимодействия с клиентами [2]. Модели с производственными функциями анализируют рост через капитал, труд и технологии, но не учитывают противоположные мотивы клиента и фирмы. Минимакс-модели, применяемые для анализа, позволяют учитывать такие конфликты, однако они часто ограничиваются статическими сценариями и не учитывают долгосрочные тренды, такие как технологический прогресс или риски.

Описанные подходы, например, как в работах по минимаксу [3, 4] или в работах по теории фирмы [5] не дают исчерпывающие ответы на важные вопросы и вызовы:

- Динамическое моделирование технологического прогресса и его влияния на прибыль и риски;

- Учет конфликта интересов между фирмой и клиентом в условиях неопределенности;

- Количественная оценка рисков через параметры, моделирование рисков утечек данных, влияние конкуренции.

Цель настоящего исследования – предложить новую методику анализа взаимодействия IT-компаний и клиентов, интегрирующую минимакс-модель, модели с производственными функциями, и оценку рисков через **параметрическую конфигурацию опасностей**.

Основные задачи включают:

- Разработку динамической модели, учитывающей технологический прогресс и конфликт интересов;

- Сравнение новой методики с традиционными подходами (baseline) на реальных данных;

- Показ превосходства новой методики в точности прогнозов и управлении рисками.

Научная значимость работы заключается в введении понятия “конфигурации опасностей” для IT-рынка, которое позволяет количественно оценивать угрозы, и интеграции минимакс-модели с теорией роста для решения практических задач. Практическая ценность методики проявляется в возможностях для IT-компаний оптимизировать инвестиции в R&D и цены, а для клиентов – минимизировать риски через выбор надежных партнеров.

Материалы и методы исследований

Прежде чем разрабатывать новую методику, необходимо описать основные существующие практики и теоретические наработки.

SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) – широко известный метод оценки внут-

ренных и внешних факторов, влияющих на компанию.

Применение в IT:

- Оценка сильных сторон фирмы (например, патенты на технологии), слабых сторон фирмы (например, низкая лояльность клиентов);

- Выявление возможностей (например, рост рынка облачных решений) и угроз (например, конкуренция).

В IT-сфере SWOT часто применяется для выявления стратегических направлений. Например, компания может использовать анализ, чтобы определить, как её патенты на технологии (Strength) помогут занять нишу в растущем рынке (Opportunity), или как конкуренция (Threat) требует инвестиций в R&D (Weakness).

Однако SWOT имеет ключевые ограничения – оценка факторов зависит от экспертов (субъектив-

ность), SWOT не учитывает динамику технологий или взаимодействие с клиентами (статичность).

В основе моделей, основанных на производственных функциях, лежит простая формула (неоклассическая производственная функция), которая связывает производство (в рассматриваемом примере можно применить формулу к выручке IT-компаний) с тремя ключевыми факторами, во времени. Можно отметить сходство моделей с моделью экономического роста Солоу (наличие технологического прогресса $A(t)$, капиталовооруженность работника. Обладание работниками IT-фирмы необходимыми компетенциями можно сопоставить уже со следующими моделями экономического роста с человеческим капиталом - АК-моделями [6]).

Итоговая функция производства выглядит следующим образом:

$$Y(t) = F(K(t), L(t), A(t)) = K(t)^\alpha \cdot L(t)^\beta \cdot A(t)^\gamma,$$

где:

$Y(t)$ – производство (выручка компании, возможны варианты, учитывающие оптимизацию налогообложения).

- $K(t)$ – капитал (инвестиции в инфраструктуру).

- $L(t)$ – труд (количество сотрудников, уровень квалификации сотрудников).

- $A(t)$ – технологический прогресс ($\alpha + \beta + \gamma = 1$).

В сфере IT модель можно адаптировать для анализа роста компании через инвестиции в R&D (увеличение $A(t)$). Из недостатков можно отметить то, что модели, основанные на производственных функциях, в применении относительно IT-компаний не учитывают взаимодействие с клиентами, а также не оценивают угрозы (например, вероятности утечки данных, приводящие к серьезным издержкам). Как показано в исследовании [7],

такие угрозы требуют системного подхода в управлении рисками.

Минимакс-модель представляет собой стратегию принятия решений в условиях конфликта интересов между двумя сторонами [8].

Игра между **компанией** и **клиентом**:

- **Цель компании:** максимизировать прибыль $P = p \cdot Q - C$, где p – цена, Q – объем продаж, C – затраты.

- **Цель клиента:** минимизировать риск $R = c \cdot p + r \cdot (1 - q)$, где q – качество продукта.

Минимакс-модель не учитывает динамику технологий или времени, и не способна моделировать долгосрочные последствия (например, эффекты R&D).

Распишем технологическую компоненту $A(t)$ из производственной функции фирмы и объединим ее со стратегией принятия решения в минимакс модели. Получаем следующие формулы:

Для **компаний**:

$$\dot{A}_{\text{Компания}}(t) = \eta \cdot I_{\text{R\&D}}(t) - \delta_{\text{Компания}} \cdot A_{\text{Компания}}(t),$$

где:

- $I_{\text{R\&D}}$ – инвестиции в R&D.

- η – эффективность R&D.

Для **клиента**:

$$\dot{A}_c(t) = \theta \cdot I_{\text{IT}}(t) - \delta_c \cdot A_c(t),$$

где:

I_{IT} – инвестиции клиента в IT-решения.

Фирма и клиент выбирают следующие параметры во времени:

Компания: Цена $p(t)$, качество $q(t)$, инвестиции в R&D.

Клиент: Уровень доверия $\tau(t)$, объем инвестиций $I_{\text{IT}}(t)$.

Функция прибыли фирмы получается следующей:

$$P(t) = p(t) \cdot I_{IT}(t) - C_{\text{Компания}}(q(t)) - I_{R\&D}(t)$$

Риск клиента задается следующей формулой:

$$R(t) = \underbrace{c \cdot p(t)}_{\text{Стоимость}} + \underbrace{r \cdot (1 - q(t))}_{\text{Риск низкого качества}} + \underbrace{s \cdot (1 - \tau(t))}_{\text{Риск недоверия}}$$

Определим понятие “Параметрической конфигурации опасностей” как математически формализованную область в пространстве параметров системы, выход за границы которой приводит к критическим рискам для компании или клиента. Она

определяется как подмножество допустимых состояний, вне которых система становится уязвимой, нестабильной или подверженной угрозам [9]. Для фирмы конфигурация выглядит следующим образом:

$$J_{\text{Компания}} = \{(p, q, \tau) \mid p > p_{\max}, q < q_{\min}, \tau < \tau_{\min}\},$$

где $p_{\max}, q_{\min}, \tau_{\min}$ – пороговые значения.

Для клиента конфигурация записывается следующим образом:

$$J_{\text{Клиент}} = \{(A_c, I_{IT}) \mid A_c < A_{\min}, I_{IT} > I_{\max}\}$$

И клиент и фирма стремятся избежать зон риска через оптимальные стратегии.

Выпишем итоговое целевое уравнение:

$$\max_{p(t), q(t), I_{R\&D}(t)} \min_{I_{IT}(t), \tau(t)} \int_0^{\infty} e^{-\rho t} P(t) dt,$$

при ограничениях:

$$\dot{A}_{\text{Компания}} = \eta I_{R\&D} - \delta_{\text{Компания}} A_{\text{Компания}}, \quad \dot{A}_c = \theta I_{IT} - \delta_c A_c,$$

Таким образом, видеоизменная динамическая модель анализа теперь учитывает риски клиентов и фирмы, риски формализуются через параметры (например, пороги p_{\max}, q_{\min}). Появляется возможность оценить и учесть взаимодействие клиента и фирмы (компания максимизирует прибыль, клиент минимизирует риск), учесть R&D и клиентские инвестиции.

Модель чувствительна к точности параметров (η, θ, ρ) . Например, если коэффициент η (эффективность R&D) оценен неправильно ($\eta = 0.1$ вместо 0.15), прогноз прибыли отклоняется от истинного на 20%.

В качестве дальнейшего направления исследования стоит добавить в модель макроэкономические шоки (например, кризисы) или изменения

регуляторных требований, включить дополнительные стохастические факторы (кибератаки).

Результаты и обсуждения

Новая методика сочетает преимущества мини-макс-моделей и теории роста, учитывая динамику, риски и взаимодействие. Модель предоставляет количественный анализ вместо качественного (SWOT). По SWOT-анализу может получиться, что “высокая конкуренция” является угрозой, а новая методика определяет конкретный численный порог $J_{\text{Компания}}$, за которым конкуренция критична. Все вместе это позволяет количественно оценивать стратегии IT-компаний и клиентов в условиях неопределенности, строить определенные сценарии развития.

На рис. 1 изображена схема взаимодействия клиента и фирмы.



Рис. 1. Схема взаимодействия клиента и фирмы.

Fig. 1. Interaction scheme between client and firm.

Прибыль компании растет с $I_{R\&D}$, но снижается при $p > p_{max}$.

Риск клиента минимизируется при $q \geq q_{min}$ и $\tau \geq \tau_{min}$.

Применим формулу на доступных наблюдаемых данных IT-компании, разрабатывающей DevSecOps-решения для банков (2018-2023 гг.), с учетом некоторых случайных изменений, и запустим симуляцию Монте-Карло [10] для анализа взаимодействия в условиях неопределенности.

Параметры фирмы:

Инвестиции в R&D $I_{R\&D}$: 5 млн руб. в год.

Начальное качество предоставляемых услуг. Качество услуг не наблюдается напрямую, но его можно оценить на основе следующих данных с помощью регрессионного анализа:

Уровень повторных заказов, Высокий % → высокое q ;

Среднее время жизни клиента (LTV), Долгий LTV → высокое q ;

Число жалоб / ошибок, Много жалоб → низкое q ;

Процент выполненных SLA, Высокий % → высокое q . Можно обозначить следующие границы для коэффициента q : 0,6 - много жалоб, низкая удовлетворенность, 0,9 - стабильная работа, высокая лояльность.

Стандартное отклонение случайных изменений качества (0,01);

Средняя эффективность инвестиций в R&D – величина, не наблюдаемая напрямую, в среднем по рынку принимается равной 0,1;

Скорость износа технологий компании принимается равной 0,05.

Данные клиентов:

Начальные IT-инвестиции клиента I_{IT} : 3 млн. руб. Точный объем инвестиций клиентов не известен, но их можно взять в рамках разумных интервалов по сценариям;

Средняя эффективность инвестиций клиента в IT – величина, не наблюдаемая напрямую, в среднем по рынку принимается равной 0,15;

Скорость износа технологий клиента – принимается равной 0,03;

Вес цены в формуле риска клиента – 1 (экспертная оценка);

Вес качества в формуле риска клиента – 500 (экспертная оценка);

Вес уровня доверия в формуле риска клиента – 200 (экспертная оценка);

Уровень доверия клиента – уровень доверия не наблюдается напрямую, стартовое значение можно косвенно оценить на основе следующих данных:

Опросы клиентов (NPS, CSAT, Net Promoter Score);

Инвестиции клиента в IT, Больше инвестиций → выше доверие;

Срок сотрудничества, Долгосрочные клиенты → высокий τ ;

Отзывы и рейтинги, публичные отзывы на платформах.

В результате можно использовать следующую формулу (с возможностью нормировать до диапазона [0, 1])

$$\tau = \frac{\text{Срок сотрудничества} \times \text{NPS}}{(\text{Количество жалоб} + 1)}$$

Принимает интервалы τ : 0.3–0.8., для данной компании принимаем значение τ : равное 0.55. Скорость дисконтирования принимаем равной 10% (дисконтирование может применяться для оценки долгосрочных стратегий). Начальный уровень технологий компании и клиента принимаем равным 0,5 и 0,4 соответственно, начальная цена услуги равна 18000.

Зададим пороги опасностей – максимальная цена услуги $p_{max} = 20000$, минимальное качество услуги $q_{min} = 0.6$, $A_{min} = 0.6$, которые определяют условия, при выходе за которые модель генерирует уведомления и корректирует стратегию.

На рис. 2 изображено распределение прибыли фирмы, параметров качества, риска клиента при стартовом качестве IT-решения в 0,8. По оси Y расположено число симуляций Монте-Карло, которые привели к численным результатам, отложенным по оси X.

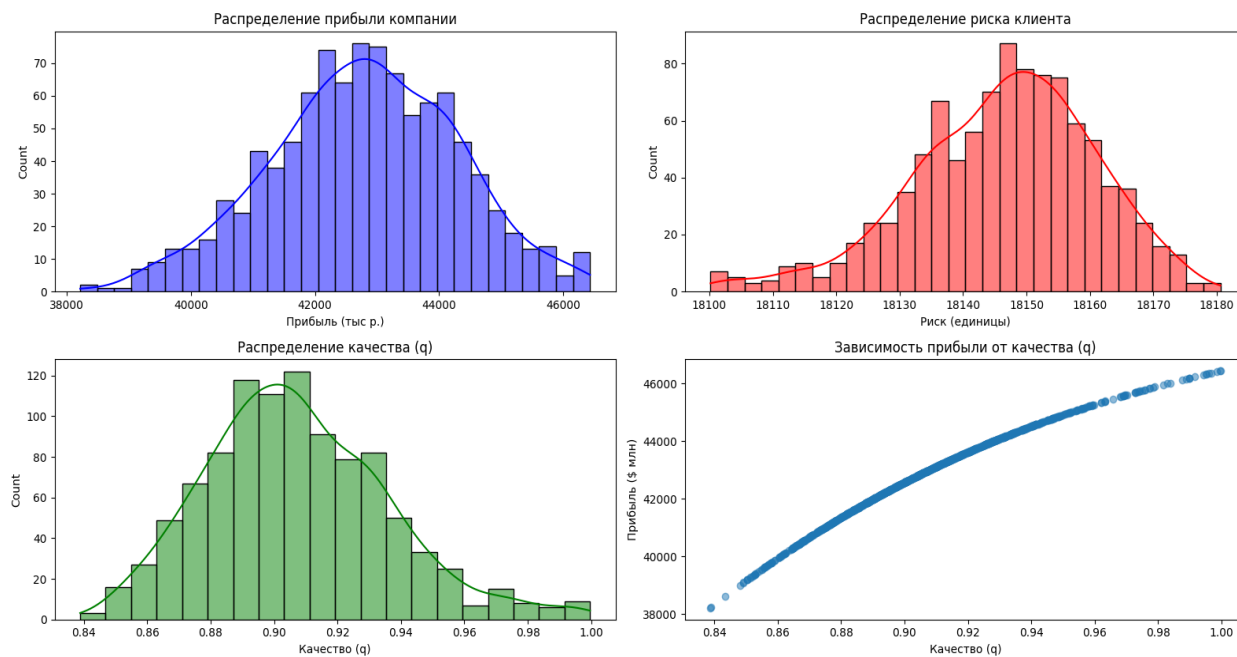


Рис. 2. Результат при стартовом качестве 0,8.
Fig. 2. Result at an initial quality of 0.8.

Среднее качество стремится к 0,9, что является оптимальной точкой фирмы при таком наборе параметров.

Прибыль коррелирует с q (правая нижняя четверть), так как улучшение качества снижает затраты компании $C(q)$ и риск клиента.

В случае стартового качества ИТ-решения в 0,6, среднее значение прибыли снижается, риск растет. Результаты показаны на рис. 3.

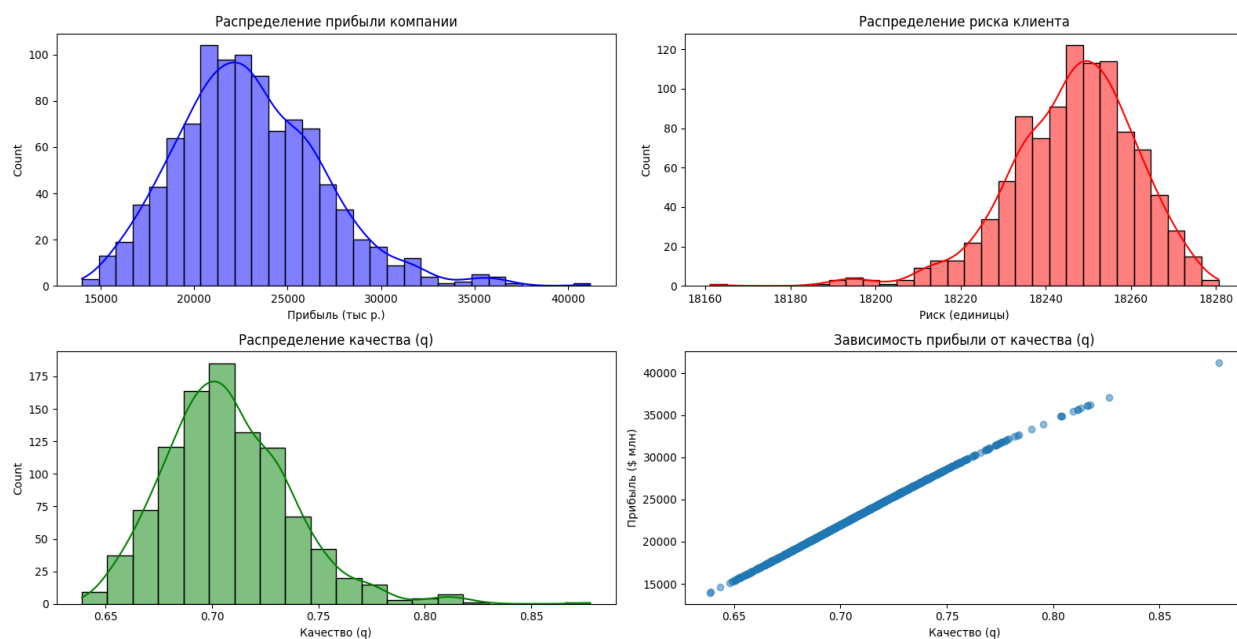


Рис. 3. Результат при стартовом качестве 0,6.
Fig. 3. Result at an initial quality of 0.6.

Среднее качество стремится теперь к 0,71
Итоговая прибыль и риск клиента зависят в том числе от случайных колебаний качества услуги q .

Выводы

Новая методика, объединяющая минимакс-модель, технологический рост фирмы и оценку рисков через параметрическую конфигурацию опасностей, открывает новые возможности для анализа взаимодействия IT-компаний и клиентов. Её ключевой научный вклад – формализация динамики технологий, учёт конфликта интересов и количественная оценка рисков, что позволяет минимизировать ошибки прогнозов и оптимизировать стратегии. В отличие от традиционных методов, таких как SWOT или базовая минимакс-модель, новая методика не только выявляет факторы риска, но и определяет их критические пороги, что делает её особенно ценной для IT-рынка, где решения напрямую влияют на безопасность и конкурентоспособность.

Практическая значимость методики проявляется в:

- Стратегическом планировании для IT-компаний (например, оптимизация инвестиций в R&D и цен формата DevSecOps сокращает риски клиентов).
- Автоматическом управлении рисками с помощью уведомлений при выходе показателей за

установленные границы – как со стороны компании, так и клиента.

Для клиентов методика помогает выбирать надежных партнеров, анализируя их позицию относительно порогов $T_{\text{Компания}}$, и минимизировать затраты на IT-решения, сохраняя безопасность. Методика имеет потенциал для улучшений:

- Учет макроэкономических факторов (кризисы, регуляторные изменения).

- Стохастическое моделирование для учёта неопределённости (например, вероятности кибератак).

Рекомендации для бизнеса включают внедрение систем мониторинга T , поддержание инвестиций в аналитику и требование прозрачности от поставщиков. Анализ прозрачности поставщиков и контрагентов является темой отдельного исследования.

Методика может быть расширена для других отраслей, таких как здравоохранение и логистика, где ключевыми являются технологический прогресс и управление рисками, взаимодействие с клиентами. Её потенциал можно подтвердить через последующие эксперименты, что сделает модель ещё более адаптивной к меняющимся условиям рынка.

Список источников

1. The State of Digital Transformation in 2022. Report. McKinsey & Company. McKinsey & Company, 2022. URL: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/digital-maturity> (дата обращения: 16.03.2025)
2. Benzaghta M.A., Elwalda A., Mousa M. M., Erkan I., Rahman M. SWOT analysis applications: An integrative literature review // Journal of Global Business Insights. 2021. Vol. 6. № 1. P. 54 – 72.
3. Fielder A., Panaousis E., Malacaria P., Hankin C., Smeraldi F. Decision support approaches for cyber security investment // Decision Support Systems . 2016. Vol. 86 . P. 13 – 23.
4. Anderson E., Zachary S. Minimax decision rules for planning under uncertainty: Drawbacks and remedies // European Journal of Operational Research. 2023. Vol. 311. № 2. P. 789 – 800.
5. Wieser R. Research and development productivity and spillovers: Empirical evidence at the firm level // Journal of Economic Surveys . 2005. Vol. 19. № 4 . P. 587 – 621.
6. Akayev A.A. Models of innovative endogenous economic growth of AN-type and their justification // MIR (Modernization. Innovations. Development). 2015. Vol. 6. № 2-1 (22). P. 70 – 79.
7. Mizrak F. Integrating cybersecurity risk management into strategic management: A comprehensive literature review // Research Journal of Business and Management. 2023. Vol. 10. № 3. P. 98 – 108.
8. Diana E., Sharifi-Malvajerdi S., Vakilian A. Minimax group fairness in strategic classification // 2025 IEEE Conference on Secure and Trustworthy Machine Learning (SaTML). April 2025. P. 753 – 772.
9. Aryan P., Raja G.L., Mehta U., Chelliah T. R., Muduli U. R. A resilient tri-parametric fractional frequency control for cybersecurity threats amid latency // IEEE Transactions on Industry Applications. 2025. P. 1 – 15.
10. Li Y., Kaplan Z.T., Nakayama M.K. Monte Carlo methods for economic capital // INFORMS Journal on Computing . 2024. Vol. 36. № 1. P. 266 – 284.

References

1. The State of Digital Transformation in 2022. Report. McKinsey & Company. McKinsey & Company, 2022. URL: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/digital-maturity> (accessed 03/16/2025)
2. Benzaghta M.A., Elwalda A., Mousa M.M., Erkan I., Rahman M. SWOT analysis applications: An integrative literature review. *Journal of Global Business Insights*. 2021. Vol. 6. No. 1. P. 54 – 72.
3. Fielder A., Panaousis E., Malacaria P., Hankin C., Smeraldi F. Decision support approaches for cyber security investment. *Decision Support Systems*. 2016. Vol. 86. P. 13 – 23.
4. Anderson E., Zachary S. Minimax decision rules for planning under uncertainty: Drawbacks and remedies. *European Journal of Operational Research*. 2023. Vol. 311. No. 2. P. 789 – 800.
5. Wieser R. Research and development productivity and spillovers: Empirical evidence at the firm level. *Journal of Economic Surveys*. 2005. Vol. 19. No. 4. P. 587 – 621.
6. Akayev A.A. Models of innovative endogenous economic growth of AN-type and their justification. *MIR (Modernization. Innovations. Development)*. 2015. Vol. 6. No. 2-1 (22). P. 70 – 79.
7. Mızrak F. Integrating cybersecurity risk management into strategic management: A comprehensive literature review. *Research Journal of Business and Management*. 2023. Vol. 10. No. 3. P. 98 – 108.
8. Diana E., Sharifi-Malvajerdi S., Vakilian A. Minimax group fairness in strategic classification. 2025 IEEE Conference on Secure and Trustworthy Machine Learning (SaTML). April 2025. P. 753 – 772.
9. Aryan P., Raja G.L., Mehta U., Chelliah T.R., Muduli U.R. A resilient tri-parametric fractional frequency control for cybersecurity threats amid latency. *IEEE Transactions on Industry Applications*. 2025. P. 1 – 15.
10. Li Y., Kaplan Z.T., Nakayama M.K. Monte Carlo methods for economic capital. *INFORMS Journal on Computing*. 2024. Vol. 36. No. 1. P. 266 – 284.

Информация об авторах

Ахрамеев М.Д., аспирант, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1057-8319>, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, 119571, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Тропарево-Никулино, пр-кт. Вернадского, д. 82, стр. 1, akhrameevmd@gmail.com

Стефановский Д.В., кандидат технических наук, доцент, и.о. заведующего кафедры Информационных систем, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8261-5951>, Государственный университет управления, 109542, г. Москва, Рязанский проспект, 99. dstefanovskiy@gmail.com

© Ахрамеев М.Д., Стефановский Д.В., 2025