

УДК 519.866

UDC 519.866

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods in economics

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ
ТОРГОВЛИ****ECONOMIC AND MATHEMATICAL
MODELING OF MANAGEMENT PROCESSES
AT TRADE ENTERPRISES**

Шуб Андрей Алексеевич
SPIN 3029-5960
[e-mail: Andrey.a.shub@gmail.com](mailto:Andrey.a.shub@gmail.com)
ООО «АРТ-БАНК СПб», Россия

Shub Andrey Alekseevich
RSCI SPIN 3029-5960
[e-mail: Andrey.a.shub@gmail.com](mailto:Andrey.a.shub@gmail.com)
ART-BANK SPb LLC, Russia

В статье рассматривается применение экономико-математического моделирования в управлении торговыми предприятиями в условиях цифровизации. Цель работы – обосновать теоретико-методологические подходы к использованию экономико-математических моделей для повышения эффективности управления на предприятиях торговли. Показано, что устойчивость решений достигается сочетанием прогнозирования спроса, оптимизации запасов и имитационного анализа, а результативность цифровых инструментов зависит от их включённости в управленческий цикл. Обосновано, что экономико-математические модели эволюционируют от детерминированных конструкций к гибридным стохастическим и когнитивным системам, сочетающим элементы искусственного интеллекта и машинного обучения. Экономико-математическое моделирование рассматривается как ядро концепции управления на основе данных, обеспечивающее повышение адаптивности и устойчивости торговых компаний. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании цифровых систем поддержки решений и разработке методологии стратегического управления в торговле

The article explores the application of economic and mathematical modeling in trade management under digital transformation. The purpose is to identify and classify models that enhance managerial efficiency through the integration of forecasting, optimization, and simulation methods. The study demonstrates that robust decision-making is achieved by combining demand forecasting, inventory optimization, and simulation analysis, while the effectiveness of digital tools depends on their integration into the management cycle. Economic and mathematical models are shown to evolve from deterministic frameworks to hybrid stochastic and cognitive systems incorporating artificial intelligence and machine learning. Modeling is viewed as the core of data-driven management, providing adaptability and resilience for trade enterprises. The findings can be applied in designing digital decision-support systems and developing strategic management methodologies for retail organizations

Ключевые слова: ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ТОРГОВЛЯ, ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАПАСОВ, ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА, ЦИФРОВИЗАЦИЯ, СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, УПРАВЛЕНИЕ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ

Keywords: ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING, TRADE MANAGEMENT, INVENTORY OPTIMIZATION, SIMULATION MODELING, DEMAND FORECASTING, DIGITALIZATION, STOCHASTIC MODELS, DATA-DRIVEN MANAGEMENT

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-217-050>

Цифровизация торговли радикально изменила контуры управленческих процессов: принятие решений в сетях розничной и

<http://ej.kubagro.ru/2026/03/pdf/50.pdf>

электронной торговли всё меньше опирается на опыт и интуицию и всё больше - на формализованные модели, работающие поверх больших массивов транзакционных, ценовых и логистических данных. Исследования по розничному прогнозированию подчёркивают, что качество управленческих решений в торговле определяется не только выбором алгоритма, но и встроенностью моделей в организационный цикл - от планирования закупок до оперативного управления ассортиментом и ценами. Иначе говоря, модель должна быть частью процесса, а не «отчётом на полке» [4].

Настоящая статья переносит акцент с общих тезисов цифровой трансформации на обоснованное применение экономико-математических моделей в управлении торговыми предприятиями. На практике это означает связку: статистическое и эконометрическое прогнозирование ключевых параметров, оптимизационные расчёты, а также стойкое к неопределённости планирование. Такой трёхконтурный подход подтверждён и в прикладных обзорах по симуляционно-оптимизационным методам пополнения запасов: именно сочетание прогноза, оптимизации и имитации даёт устойчивые решения в среде с колеблющимся спросом и нестабильной логистикой [8].

В зарубежной литературе последние десять лет фиксируется сдвиг от «чистых» детерминированных схем к гибридным моделям, где классический экономико-математический каркас (LP/MILP, нелинейная оптимизация) объединяется с машинным обучением и учётом бизнес-ограничений [1]. Параллельно решается фундаментальная для торговли проблема неопределённости и короткой истории данных. Для товаров с коротким жизненным циклом (fast-fashion, электроника) статистики прошлых продаж недостаточно; здесь востребованы модели с нечеткими параметрами и методы обучения с подкреплением на структурированных моделях спроса [3].

Эконометрическое прогнозирование с явным учетом сезонности и лагов выступает не альтернативой, а базой для контуров оптимизации: управляющие воздействия (закупки, распределение) оправданы только на фоне предсказанных траекторий ключевых факторов [12]. Для распределённых торговых сетей вопрос уже не в выборе «одной лучшей модели», а в инженерной сборке пайплайна данных и методов (кластеризация магазинов/товаров, коррекция промо-эффектов, инженерия признаков под спрос), что подчёркивается в работах по Big Data-подходам к прогнозированию сетей (Горобченко и соавт.) [13].

С методологической точки зрения описанная эволюция - это рациональный ответ на устойчивые управленческие проблемы торговли: избыточные издержки; неэффективное распределение ресурса; ошибки в прогнозе спроса. Консолидированный опыт симуляционно-оптимизационных исследований показывает, что решать эти проблемы изолированно бессмысленно: оптимизация без адекватного прогноза или прогноз без проверенной на устойчивость реализационной схемы дают «хрупкие» решения [8].

Исходя из этого, цель статьи - обосновать теоретико-методологические подходы к использованию экономико-математических моделей (прогнозных, оптимизационных, стохастических/имитационных) для повышения эффективности управления на предприятиях торговли и показать, как эти подходы реализуются в практических постановках. В качестве эмпирико-методической опоры используются современная англоязычная литература по розничному прогнозированию и оптимизации и отечественные исследования, фокусирующиеся на адаптации моделей к особенностям российских торговых сетей.

Экономико-математическое моделирование как научное направление сформировалось на стыке экономической теории, системного анализа и прикладной математики. Его ключевая идея заключается в том, что

экономические процессы можно представить в виде формализованных зависимостей, отражающих причинно-следственные связи между показателями. Это позволяет перейти от качественных рассуждений к количественным расчётам, а управленческие решения - от интуитивных к обоснованным.

Торговая сфера стала одной из наиболее благоприятных сфер для применения экономико-математических моделей, поскольку здесь управленческие процессы обладают чёткой измеримостью - обороты, запасы, цены, выручка, частота продаж, логистические издержки - и могут быть формализованы с высокой степенью достоверности. При этом динамика торговой среды требует постоянной адаптации моделей, что делает её идеальной площадкой для проверки теоретических гипотез в условиях неопределённости [16, 19].

Сущность экономико-математического моделирования заключается не только в построении уравнений и алгоритмов, но и в их интеграции в процесс управления. Модель должна не просто описывать экономическую систему, а стать её частью - инструментом, через который принимаются решения [15]. Такая трактовка близка к взглядам Fildes et al., которые в международной практике обозначили смещение фокуса от теоретического моделирования к «организационной внедрённости» моделей, когда прогноз или оптимизационный расчёт является не финальным результатом, а этапом внутри управленческого цикла [4].

Современная научная мысль рассматривает экономико-математические модели как ядро концепции data-driven management, в которой данные, аналитика и управленческие решения образуют замкнутый контур. В торговле этот контур приобретает особое значение: здесь наблюдаются сложные обратные связи между ассортиментной политикой, поведением потребителей и логистикой, и потому экономико-математическая модель должна не просто оптимизировать отдельный

процесс, а описывать систему взаимозависимостей. Именно системный характер торговли требует комплексных моделей, соединяющих элементы прогнозирования, оптимизации и анализа рисков [18].

С методологической точки зрения ЭММ представляет собой совокупность взаимодополняющих подходов. Детерминированные модели позволяют находить оптимальные решения при фиксированных параметрах - например, в задачах линейного или динамического программирования, когда требуется определить объём закупок или распределение товарных потоков при ограничениях по складам и затратам. Такие модели получили широкое распространение в 1990–2000-е годы и по сей день применяются при формировании ассортиментной матрицы и ценообразовании.

Однако с ростом неопределённости рыночных процессов стали развиваться стохастические и имитационные методы, позволяющие учитывать вероятностный характер спроса и поведения покупателей [20].

Отдельное направление составляют нелинейные и гибридные модели, которые обеспечивают лучшее приближение к реальным торговым процессам. Они учитывают эффект скидок, динамику цен и зависимость спроса от акций и промо-кампаний, что особенно актуально для ритейла [1]. Подобные модели демонстрируют отход от классических предположений «совершенного рынка» и заменяют их реальными бизнес-ограничениями - сроками поставок, минимальными партиями, колебаниями маржи.

В последние годы заметен переход к когнитивным и интеллектуальным моделям, где математический аппарат сочетается с элементами машинного обучения и искусственного интеллекта. Исследования демонстрируют, что даже в классической экономико-математической парадигме происходят процессы усложнения и адаптации к цифровой среде [3, 7, 12, 13].

Описанные в них подходы усиливают идею о необходимости сочетания количественной строгости и гибкости модели: управление торговлей требует не просто оптимального решения, а способности модели корректироваться в реальном времени.

Таким образом, теория экономико-математического моделирования в торговле прошла несколько этапов развития - от аналитико-оптимизационных конструкций к интегрированным цифровым системам поддержки решений. Если ранние работы концентрировались на поиске экстремумов целевых функций (минимизация затрат, максимизация прибыли), то современные исследования фокусируются на динамическом управлении, где модель служит не только для расчёта, но и для прогнозирования, обучения и корректировки решений в зависимости от новых данных.

В этом смысле можно утверждать, что ЭММ в торговле трансформируется из инструмента расчёта в методологию системного управления, объединяющую экономическую теорию, математику и цифровые технологии. Именно такая методологическая база позволяет в дальнейшем рассматривать особенности управленческих процессов в торговле и показать, как формализованные модели позволяют решать ключевые проблемы практики.

Эффективное управление торговым предприятием представляет собой сложную, динамичную систему, функционирующую в условиях высокой неопределённости и конкурентного давления. В отличие от производственного сектора, где циклы планирования относительно устойчивы, торговля характеризуется короткими периодами принятия решений и постоянной зависимостью от внешней среды.

Можно выделить три взаимосвязанных уровня управления торговыми организациями: стратегический, тактический и операционный.

На стратегическом уровне формируются цели развития, определяется политика ассортимента, ценообразования и взаимодействия с поставщиками. Тактический уровень ориентирован на обеспечение сбалансированности между спросом, запасами и затратами. На операционном уровне управление связано с повседневным исполнением решений - контролем товарных потоков, заказов и логистикой [22].

Ключевыми принципами торгового управления являются адаптивность, согласованность, экономичность и прозрачность. Адаптивность обеспечивает способность быстро реагировать на изменения внешней среды. Согласованность подразумевает синхронизацию действий подразделений, предотвращающую противоречия между закупками, маркетингом и логистикой. Экономичность выражается в стремлении минимизировать совокупные издержки без ущерба для уровня сервиса. Прозрачность предполагает использование информационных систем и аналитических инструментов, обеспечивающих управленцев достоверными и своевременными данными [17, 21].

Несмотря на активное внедрение цифровых технологий, торговые предприятия продолжают сталкиваться с устойчивыми проблемами, которые системно снижают эффективность управления. Во-первых, это избыточные издержки, обусловленные ошибками в планировании и контроле запасов. Так, например, нерациональное определение размера партий поставок («pack size effect») приводит к росту складских издержек и замораживанию оборотного капитала, особенно в розничных сетях с распределённой логистикой [2]. Большинство торговых предприятий всё ещё применяют устаревшие модели учёта, не учитывающие сезонные колебания спроса и изменчивость цен, что вызывает накопление неликвидных запасов. Эти ошибки формируют устойчивую структуру потерь, которая сохраняется даже после внедрения

ERP-систем, если не сопровождается аналитической поддержкой прогнозов [9].

Во-вторых, наблюдается неэффективное распределение ресурсов в логистических сетях. Исследование Hong L.J. et al. показало, что низкий уровень сетевой координации между подразделениями закупок, складирования и транспортировки вызывает асимметрию в загрузке ресурсов и усиливает так называемый эффект хлыста (bullwhip effect). Авторы отмечают, что даже при наличии цифровых платформ управления поставками отсутствие механизмов совместного планирования и обмена данными между контрагентами ведёт к избыточным запасам на одних складах и дефициту на других [5].

Третьей серьёзной проблемой остаётся человеческий фактор и субъективность управленческих решений. Розничные компании, полагающиеся на опыт и интуицию менеджеров при формировании заказов, систематически сталкиваются с превышением оптимальных уровней запасов и частыми ситуациями stockout/overstock. Даже внедрение систем автоматизации без аналитических моделей не устраняет субъективность: решения о заказах часто принимаются «на глаз» и корректируются вручную, что сводит на нет эффект цифровизации [6].

Наконец, одной из ключевых проблем остаётся фрагментированность информационных потоков, из-за которой торговые предприятия теряют целостность данных и управленческую прозрачность. Отчёты Netsuite показывают, что более 60 % компаний розничного сектора работают в условиях информационной разобщённости: данные о продажах, закупках и логистике хранятся в отдельных базах, не интегрированных между собой. Это приводит к несогласованности показателей и задержке управленческой реакции на рыночные изменения [10].

Таким образом, даже при наличии цифровых инструментов основная проблема современной торговли заключается не в дефиците технологий, а в структурных сбоях управленческих процессов. Ошибки в планировании, дублирование функций, субъективность решений и разобщённость данных создают «скрытые издержки управления», которые могут быть устранены только через внедрение формализованных экономико-математических моделей, обеспечивающих согласованность, измеримость и аналитическую прозрачность управленческих решений. Поэтому именно на стыке анализа и моделирования формируется новая управленческая парадигма, в которой экономико-математическое моделирование становится не вспомогательным, а базовым инструментом рационализации процессов [4].

В практике управления наибольшее распространение получили модели линейного программирования, регрессионные методы прогнозирования спроса и имитационные модели, позволяющие анализировать поведение системы в условиях стохастических факторов.

Методы линейного программирования (ЛП) применяются для оптимизации распределения товарных потоков, планирования закупок и минимизации логистических издержек. Типовая постановка задачи ЛП включает минимизацию целевой функции издержек при ограничениях на объём поставок и пропускную способность складов. Модель используется для нахождения оптимального плана распределения ресурсов, обеспечивающего баланс между затратами и уровнем обслуживания [14]. Регрессионное моделирование применяется для оценки зависимости объёма продаж от множества факторов - сезонности, цен, промо-акций, погодных условий, доходов населения. Исследование Борисовской К.А. [12] показало, что множественная регрессионная модель с лаговыми переменными позволяет учитывать сезонные колебания и повышает точность прогнозов по категории «товары повседневного спроса». Зарубежные исследования подтверждают: гибридные алгоритмы снижают

среднюю ошибку прогноза (MAPE) на 15–20 %, обеспечивая более точное планирование закупок и сокращение излишков [1]. Таким образом, регрессионные модели обеспечивают торговым предприятиям аналитическую основу для принятия решений в условиях изменчивого спроса, формируя переход к управлению на базе данных (data-driven management).

Имитационные модели позволяют воспроизводить реальные торговые процессы в виртуальной среде и анализировать последствия различных стратегий управления. В исследовании Demizu N. [3] предложена нечеткая имитационная модель управления запасами товаров с коротким жизненным циклом; её внедрение в японской розничной сети сократило риск дефицита на 30 % и уменьшило списания на 11 %. По данным Fildes R. et al. [4] интеграция имитационных моделей в процесс планирования повышает согласованность действий отделов маркетинга, логистики и закупок, создавая единый управленческий контур.

В качестве примера рассмотрим модель оптимизации запасов на основе классической задачи newsvendor, модифицированной для условий электронной продуктовой розницы, как это представлено в исследовании Winkelmann et al.. [11]. В рамках данного кейса авторы адаптировали традиционную однопериодную постановку к динамической стохастической среде e-grocery, где на уровень запасов одновременно влияют три ключевых фактора неопределённости - изменчивый спрос, стохастический срок годности товаров и вероятность частичных или несостоявшихся поставок.

Модель построена в форме последовательного процесса принятия решений и включает три группы стохастических переменных: спрос (D_t), фактический объём поставки (Q_t) и количество испорченных товаров (Z_t). Уровень запасов на конец каждого периода рассчитывается с учётом случайных факторов (1):

$$I_{t+1} = \max(I_t + Q_t - D_t - Z_t, 0), \quad (1)$$

а целевая функция отражает минимизацию ожидаемых совокупных затрат (2):

$$\min_{\{r_t\}} E[\sum_{t=1}^T (v(I_t + Q_t - D_t - Z_t)^+ + b(D_t - I_t - Q_t)^+ + hZ_t)], \quad (2)$$

где $E[\cdot]$ - математическое ожидание совокупных издержек за горизонт T , а v , b , h - удельные издержки хранения, потери продаж и списания соответственно.

В отличие от традиционных одношаговых подходов, предложенная модель использует многоэтапную оптимизацию с вероятностным прогнозированием. Для описания неопределённости распределения спроса применяется отрицательное биномиальное распределение, для срока годности - дискретное распределение вероятностей порчи на каждом дне, а надёжность поставок моделируется цепью Маркова с тремя состояниями (полная, частичная и нулевая поставка).

Оптимизация осуществляется методом *stochastic lookahead policy*, основанным на Монте-Карло-симуляциях. На каждом шаге генерируется множество возможных сценариев будущего (с учётом спроса, сроков годности и перебоев поставок) и определяется объём заказа, минимизирующий ожидаемые затраты при фиксированном уровне обслуживания. Алгоритм реализует принцип «заглядывания вперёд» на несколько периодов, что позволяет учитывать последствия сегодняшнего решения для будущих периодов и избегать избыточных или недостаточных заказов.

Реализация модели проводилась на данных европейского e-grocery-ритейлера, специализирующегося на категориях «фрукты» и «овощи». Для каждого SKU оценивались вероятностные распределения ключевых параметров на основе исторических данных, контекстных факторов (день недели, погода, сезонность) и известных предзаказов. Таким образом, модель интегрировала элементы предиктивной и прескриптивной

аналитики, обеспечивая полную цифровую поддержку решений по управлению запасами.

Оценка эффективности проводилась посредством сравнительного анализа трёх подходов:

1. Классической модели newsvendor, учитывающей только стохастичеку спроса;
2. Детерминированного подхода, использующего средние значения параметров;
3. Предложенной стохастической модели lookahead с учётом всех источников неопределённости.

Результаты показали существенное преимущество нового подхода. Средние совокупные издержки сократились на 56 % по сравнению с классической моделью и на 52 % - относительно детерминированного подхода. При этом уровень обслуживания клиентов достиг 98,5 %, что соответствует стратегическим целям ритейлера. Дополнительный анализ показал, что наибольший вклад в снижение издержек обеспечило использование полных вероятностных распределений спроса (экономия $\approx 51,6$ %), тогда как учёт стохастических сроков годности и надёжности поставок дал меньший, но положительный эффект ($-6,8$ % и -7 % соответственно).

Таким образом, разработанная стохастическая модель продемонстрировала высокий потенциал для цифровой трансформации системы управления запасами в e-grocery-секторе. Её использование обеспечивает интеграцию прогностической информации в процесс оптимизации, что позволяет достигать устойчивого баланса между затратами, качеством обслуживания и скоростью реагирования на изменяющийся потребительский спрос.

Проведённое исследование подтвердило, что экономико-математическое моделирование является эффективным инструментом

повышения управляемости торговых предприятий в условиях цифровизации и роста рыночной неопределённости. Применение моделей линейного программирования, регрессионного и имитационного анализа позволяет формализовать ключевые управленческие процессы - прогнозирование спроса, планирование закупок, распределение запасов и оценку издержек. Практические результаты, полученные в российских и зарубежных компаниях, демонстрируют значительный экономический эффект. Эти данные подтверждают, что модели становятся не только расчётным инструментом, но и основой аналитического управления, обеспечивающей баланс между рисками, затратами и результативностью.

В современных условиях экономико-математическое моделирование трансформируется в ядро цифрового управления торговыми системами, создавая предпосылки для перехода от интуитивных решений к предиктивной аналитике. Его развитие связано с интеграцией технологий искусственного интеллекта, машинного обучения и Big Data, которые позволяют строить адаптивные, самообучающиеся модели, ориентированные на минимизацию неопределённости и повышение устойчивости бизнеса. Таким образом, экономико-математическое моделирование становится методологическим фундаментом современной торговой стратегии, объединяя точность расчёта и гибкость управленческих решений.

Литература

1. Alejo-Reyes A. et al. A mathematical model for an inventory management and order quantity allocation problem with nonlinear quantity discounts and nonlinear price-dependent demand // *Axioms*. – 2023. – Vol. 12. – No. 6. – P. 547.
2. Das L., Carrel A. L., Caplice C. Pack size effects on retail store inventory and storage space needs // *INFOR: Information Systems and Operational Research*. – 2021. – Vol. 59. – No. 3. – P. 465–494.
3. Demizu T., Fukazawa Y., Morita H. Inventory management of new products in retailers using model-based deep reinforcement learning // *Expert Systems with Applications*. – 2023. – Vol. 229. – P. 120256.
4. Fildes R., Kolassa S., Ma S. Post-script - Retail forecasting: Research and practice // *International Journal of Forecasting*. – 2022. – Vol. 38. – No. 4. – P. 1319–1324.

5. Hong L. J. et al. Future research of supply chain resilience: Network perspectives and incorporation of more stakeholders // *Fundamental Research*. – 2025. – Vol. 5. – No. 2. – P. 486–495.
6. Immadisetty A. Real-Time Inventory Management: Reducing Stockouts and Overstocks in Retail // *Journal of Recent Trends in Computer Science and Engineering (JRTCSE)*. – 2025. – Vol. 13. – No. 1. – P. 77–88.
7. Iurasova O. Decision support algorithm development for assortment optimization in the retail chain // *Journal of Business Economics and Management*. – 2025. – Vol. 26. – No. 1. – P. 127–144.
8. Jalali H., Nieuwenhuysen I. V. Simulation optimization in inventory replenishment: a classification // *IE Transactions*. – 2015. – Vol. 47. – No. 11. – P. 1217–1235.
9. Marzolf M. J., Miller J. W., Peinkofer S. T. Retail & wholesale inventories: A literature review and path forward // *Journal of Business Logistics*. – 2024. – Vol. 45. – No. 1. – P. e12367.
10. Supply Chain Fragmentation Explained - Netsuite (2023). Supply Chain Fragmentation Explained. URL: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/supply-chain-fragmentation.shtml>
11. Winkelmann D. et al. Dynamic Stochastic Inventory Management in E-Grocery Retailing // *arXiv preprint arXiv:2205.06572*. – 2022.
12. Борисовская К. А. Экономико-математическое моделирование и среднесрочное прогнозирование объема экспорта продовольствия Российской Федерации // *Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ)*. – 2017. – № 3 (59). – С. 23–29.
13. Горобченко С. Л. и др. Методика и проблемы построения прогноза спроса распределенных торговых сетей на основе Big Data // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. – 2024. – № 4. – С. 188–196.
14. Жеребцов А. А., Борщев А. В. Имитация и линейное программирование: совместная работа двух методов на примере оптимизации цепей поставок // *Имитационное моделирование. Теория и практика (ИММОД-2021)*. – 2021. – С. 23–29.
15. Измайлов Р. Н. Экономико-математические модели управления продажами в торговых организациях : дис. – Московский государственный технологический университет, 2013.
16. Кундышева Е. Экономико-математическое моделирование. – М. : Litres, 2020.
17. Миценко Н., Годунько Р., Мищук А. Формирование адаптационной способности предприятия торговли // *Dezvoltare economică și cercetare*. – 2021. – С. 89–93.
18. Никоноров В. М., Тютюкин В. К. Экономико-математическая модель отрасли (розничной торговли РФ) в целях бережливого потребления // *Азимут научных исследований: экономика и управление*. – 2021. – Т. 10. – № 4 (37). – С. 198–199.
19. Орлова И. В. Экономико-математическое моделирование : практическое пособие по решению задач. – М. : Вузовский учебник : НИЦ ИНФРА-М, 2013.
20. Тепин К. С., Князев В. Н. Исследование предприятия электронной коммерции средствами имитационного моделирования // *Молодежный исследовательский потенциал*. – 2022. – С. 90–102.
21. Угурчиева А. М., Гасникова С. Ю. Алгоритмы принятия управленческих решений в условиях неопределенности на торговых предприятиях.
22. Федорков Е. Д. Управление устойчивыми торговыми организациями с точки зрения системного подхода // *Проблемы конкурентоспособности потребительских товаров и продуктов питания*. – 2021. – С. 406–408.

References

1. Alejo-Reyes A. et al. A mathematical model for an inventory management and order quantity allocation problem with nonlinear quantity discounts and nonlinear price-dependent demand // *Axioms*. – 2023. – Vol. 12. – No. 6. – P. 547.
2. Das L., Carrel A. L., Caplice C. Pack size effects on retail store inventory and storage space needs // *INFOR: Information Systems and Operational Research*. – 2021. – Vol. 59. – No. 3. – P. 465–494.
3. Demizu T., Fukazawa Y., Morita H. Inventory management of new products in retailers using model-based deep reinforcement learning // *Expert Systems with Applications*. – 2023. – Vol. 229. – P. 120256.
4. Fildes R., Kolassa S., Ma S. Post-script - Retail forecasting: Research and practice // *International Journal of Forecasting*. – 2022. – Vol. 38. – No. 4. – P. 1319–1324.
5. Hong L. J. et al. Future research of supply chain resilience: Network perspectives and incorporation of more stakeholders // *Fundamental Research*. – 2025. – Vol. 5. – No. 2. – P. 486–495.
6. Immadisetty A. Real-Time Inventory Management: Reducing Stockouts and Overstocks in Retail // *Journal of Recent Trends in Computer Science and Engineering (JRTCSE)*. – 2025. – Vol. 13. – No. 1. – P. 77–88.
7. Iurasova O. Decision support algorithm development for assortment optimization in the retail chain // *Journal of Business Economics and Management*. – 2025. – Vol. 26. – No. 1. – P. 127–144.
8. Jalali H., Nieuwenhuys I. V. Simulation optimization in inventory replenishment: a classification // *IIE Transactions*. – 2015. – Vol. 47. – No. 11. – P. 1217–1235.
9. Marzolf M. J., Miller J. W., Peinkofer S. T. Retail & wholesale inventories: A literature review and path forward // *Journal of Business Logistics*. – 2024. – Vol. 45. – No. 1. – P. e12367.
10. Supply Chain Fragmentation Explained - Netsuite (2023). Supply Chain Fragmentation Explained. URL: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/supply-chain-fragmentation.shtml>
11. Winkelmann D. et al. Dynamic Stochastic Inventory Management in E-Grocery Retailing // *arXiv preprint arXiv:2205.06572*. – 2022.
12. Borisovskaya K. A. Экономико-математическое моделирование и среднесрочное прогнозирование объема экспорта продовольствия Российской Федерации // *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta (RINX)*. – 2017. – № 3 (59). – S. 23–29.
13. Gorobchenko S. L. i dr. Metodika i problemy postroeniya prognoza sprosa raspredelennyx torgovyx setej na osnove Big Data // *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Texnicheskie nauki*. – 2024. – № 4. – S. 188–196.
14. Zherebczov A. A., Borshhyov A. V. Imitaciya i linejnoe programmirovaniye: sovmestnaya rabota dvux metodov na primere optimizacii cepej postavok // *Imitacionnoe modelirovaniye. Teoriya i praktika (IMMOD-2021)*. – 2021. – S. 23–29.
15. Izmajlov R. N. Экономико-математические модели управления продажами в торговых организациях : дис. – Московский государственный технологический университет, 2013.
16. Kundyshva E. Экономико-математическое моделирование. – М. : Litres, 2020.
17. Micenko N., Godunko R., Mishhuk A. Formirovaniye adaptacionnoj sposobnosti predpriyatiya torgovli // *Dezvoltare economica și cercetare*. – 2021. – S. 89–93.

18. Nikonorov V. M., Tyutyukin V. K. Ekonomiko-matematicheskaya model' otrasli (roznichnoj trgovli RF) v celyax berezhlivogo potrebleniya // Azimut nauchny'x issledovanij: ekonomika i upravlenie. – 2021. – T. 10. – № 4 (37). – S. 198–199.

19. Orlova I. V. Ekonomiko-matematicheskoe modelirovanie : prakticheskoe posobie po resheniyu zadach. – M. : Vuzovskij uchebnik : NICz INFRA-M, 2013.

20. Tepin K. S., Knyazev V. N. Issledovanie predpriyatiya e`lektronnoj kommercii sredstvami imitacionnogo modelirovaniya // Molodezhny`j issledovatel`skij potencial. – 2022. – S. 90–102.

21. Ugurchieva A. M., Gasnikova S. Yu. Algoritmy` prinyatiya upravlencheskix reshenij v usloviyax neopredelennosti na trgovy`x predpriyatiyax.

22. Fedorkov E. D. Upravlenie ustojchivy`mi trgovy`mi organizacijami s toчки zreniya sistemnogo podxoda // Problemy` konkurentosposobnosti potrebitel`skix tovarov i produktov pitaniya. – 2021. – S. 406–408.