

УДК 342

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ В РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛЕ

Шибиченко Михаил Иванович,

Аспирант, Московский финансово-юридический университет МФЮА
Россия, Москва
shibmish@yandex.ru

Павлов Валерий Анатольевич,

кандидат экономических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий и автоматизации в строительстве, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
Россия, Москва
Testerpav@gmail.com

Аннотация

Точное прогнозирование продаж является основой любого успешного бизнеса, в том числе, и ритейла. Согласно статистическим данным, компании, которые повышают точность своих прогнозов продаж всего на 10%, могут увеличить выручку на 4-5%. Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в процессе прогнозирования спроса и поведения потребителей существенно изменяет методы, используемые компаниями для анализа и управления розничным бизнесом. В статье рассмотрены особенности применения алгоритма глубокого обучения для прогнозирования продаж. Отдельно описаны ключевые шаги отбора и анализа данных, этапы построения прогноза и оценки точности результатов.

Ключевые слова: продажи, прогнозирование, розничный бизнес, искусственный интеллект, глубокое обучение.

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO IMPROVE THE ACCURACY OF SALES FORECASTING IN RETAIL

Mikhail I. Shibichenko,

postgraduate student
Moscow University of Finance and Law MFUA
Russia, Moscow
shibmish@yandex.ru

Valery A. Pavlov,

PhD in Economics, Associate Professor of the

Department of Information Systems and Technologies and Automation in
Construction
National Research Moscow State University of Civil Engineering
Russia, Moscow
Testerpav@gmail.com

ABSTRACT

Accurate sales forecasting is the foundation of any successful business, including retail. According to statistics, companies that improve the accuracy of their sales forecasts by just 10% can increase their revenue by 4–5%. The use of artificial intelligence and machine learning in the process of forecasting demand and consumer behaviour is significantly changing the methods used by companies to analyse and manage their retail business. This article discusses the features of using deep learning algorithms for sales forecasting. It separately describes the key steps in data selection and analysis, the stages of forecast construction, and the evaluation of result accuracy.

Keywords: sales, forecasting, retail business, artificial intelligence, deep learning.

Розничная торговля переживает бурное развитие как в плане структуры, с ростом онлайн-бизнеса, так и в плане конкурентной среды, с которой сталкиваются компании. Не существует единой модели, которая бы работала во всех странах, поскольку потребители в трансграничном масштабе ведут себя по-разному. Например, в 2024 году доля онлайн-продаж в розничной торговле составила 24,8% в США и 27,6% в Великобритании, но только 13,4% в Италии – в отличие от Германии, где с 2015 года этот показатель вырос на 3,5% достигнув отметки 45,1% к началу 2025 года [1].

В нынешних нестабильных рыночных условиях прогнозирование правильного объема спроса и будущих продаж играет незаменимую роль в управлении любым розничным бизнесом. На организационном уровне прогнозы являются важнейшими исходными данными для принятия решений во многих функциональных областях, таких как маркетинг, управление торговой сетью, производство/закупки, а также финансы и бухгалтерский учет. Цель розничных продавцов по всему миру – предоставлять нужные продукты в нужное время и поддерживать оптимальный уровень запасов. Согласно статистике, нехватка запасов обошлась ритейлерам в 1,77 трлн долларов в 2023 году [2]. Очевидно, что в такой ситуации точность прогнозов играет решающую роль, учитывая тот факт, что в ряде очень важных сфер она находится далеко не на высоком уровне (см. табл. 1).

Таблица 1 Точность прогнозирования продаж в розничной торговле (составлено автором)

Критерий	Характеристики	Точность	Примечания
Категория товара	Стабильный спрос (продукты питания, бытовая химия)	85% - 95%	Прогнозы для этих товаров более точны из-за предсказуемого спроса и небольших колебаний
	Сезонные товары (одежда, садовый инвентарь)	70% - 85%	Точность зависит от того, насколько хорошо модель учитывает исторические данные о сезонности и внешние факторы

	Новинки и модные товары	60% - 75%	Прогнозировать продажи новых товаров сложнее из-за отсутствия исторических данных и высокой зависимости от рыночных тенденций
	Краткосрочный (1-4 недели)	80% - 95%	Краткосрочные прогнозы наиболее точны, так как учитывают текущие тенденции и меньше подвержены непредвиденным изменениям
Горизонт планирования	Среднесрочный (1-6 месяцев)	70% - 85%	Точность снижается из-за появления новых факторов, которые труднее учесть (например, изменения в поведении конкурентов или макроэкономические сдвиги)
	Долгосрочный (более 6 месяцев)	60% - 75%	Долгосрочные прогнозы наименее точны, так как на них влияет множество переменных, которые сложно предсказать (например, появление новых технологий или изменение потребительских предпочтений)
Метод прогнозирования	Простые методы (скользящее среднее, экспоненциальное сглаживание)	65% - 80%	Эти методы просты в использовании, но не учитывают сложные взаимосвязи и внешние факторы
	Продвинутая аналитика (машинное обучение, ИИ)	80% - 90%+	Данная группа методов позволяет анализировать огромные массивы данных и учитывать широкий спектр факторов, что существенно повышает точность
Сектор розничной торговли	Продукты питания (FMCG)	85% - 95%	Высокая точность обусловлена регулярным и стабильным спросом на товары повседневного потребления
	Электроника	70% - 85%	Точность может сильно колебаться в зависимости от жизненного цикла продукта и быстрого устаревания технологий
	Одежда и обувь	65% - 80%	Этот сектор подвержен сильному влиянию модных трендов и сезонности, что усложняет прогнозирование

За последние несколько десятилетий было приложено значительное количество усилий для разработки и совершенствования моделей прогнозирования, и в сфере розничной торговли произошел переход от интуитивного принятия решений к принятию решений на основе данных, что позволяет извлечь из этого максимальную выгоду. Исследователи McKinsey обнаружили, что сегодня 77% предприятий инвестируют в технологии, позволяющие повысить точность прогнозирования [3]. Это свидетельствует о том, что понимание процессов стало приоритетной задачей, а появление на рынке инструментов на основе искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) еще больше усиливает эту тенденцию.

Таким образом, рассматриваемая проблематика является актуальной, научно и практически значимой, что и обусловило выбор темы данной статьи.

Влияние широкого спектра детерминант на точность прогноза, а также значимость надежности данных и способность различных методов учитывать переменные, которые определяют динамику продаж, рассматривают в своих публикациях Рассохин В.Р., Черкасова Ю.И., Нестерова Н.С., Камалян Р.З., Перстенева Н.П., Гоголев А.О.

Оценка различных методов, которые используются для прогнозирования спроса на уровне продукта, с целью предоставить доказательства того, в каких обстоятельствах более сложные методы приносят дополнительную ценность, включая краткое обсуждение конкретных проблем, связанных с достоверностью прогнозов при низкой детальности, представлена работами Анисимова Н.А., Шкариной Т.Ю., Грома И.П., Ткаченко В.В., Волкова Е.О., Кужильного А.В.

Высоко оценивая имеющиеся на сегодняшний день труды и наработки, следует отметить, что некоторые вопросы требуют более детального анализа. Так, например, нерешенной остается проблема сложности настройки инструментов ИИ под специфические потребности торговых предприятий. Кроме того, отдельного внимания заслуживает интерпретация результатов и масштабирование подходов внедрения инструментов ИИ для принятия бизнес-решений в розничной торговле.

Таким образом, цель статьи заключается в рассмотрении особенностей применения инструментов ИИ для повышения точности прогнозирования продаж в розничной торговле.

Инструменты прогнозирования продаж на основе ИИ – это передовые программные решения, которые анализируют исторические данные о продажах, вводные данные CRM и внешние факторы для определения будущих тенденций на рынке и динамики потребительского спроса. Эти инструменты используют модели МО, генетические алгоритмы, а также экспертные системы для выявления закономерностей, обнаружения аномалий и предоставления руководителям отдела продаж полезной информации для принятия решений [4].

В таблице 2 представлено описание возможностей использования инструментов ИИ для прогнозирования продаж и повышения их точности розничными продавцами.

Таблица 2 Использование ИИ для повышения точности прогнозирования продаж на предприятиях розничной торговли (составлено автором)

Направление применения	Механизм работы	Преимущества	Ограничения и риски
Прогнозирование спроса	Используются методы МО, включая искусственные нейронные сети и алгоритмы градиентного спуска. Они анализируют исторические данные о продажах, учитывают сезонные колебания, погодные условия и влияние праздничных периодов	Более высокая точность прогнозов по сравнению с классическими статистическими методами, особенно в условиях сложных нелинейных зависимостей	Необходимость в большом объеме качественных данных; высокая чувствительность моделей к шуму и ошибочным данным

Персонализированные рекомендации (дополнительные продажи и увеличение среднего чека)	Применяются методы анализа пользовательского поведения: коллаборативная фильтрация и обработка естественного языка, которые изучают состав покупательской корзины, историю онлайн-поиска и отзывы клиентов	Увеличение среднего чека, повышение удовлетворенности и лояльности покупателей	Риск чрезмерного «переобучения» моделей на прошлых предпочтениях, что может привести к игнорированию новых тенденций и изменяющегося спроса
Управление товарными запасами	ИИ прогнозирует, какие товары будут наиболее востребованы в конкретных магазинах и регионах, и помогает формировать заказы поставщикам	Снижение затрат на хранение, уменьшение числа ситуаций дефицита и перепроизводства	Ошибки в прогнозах могут привести к возникновению дефицита или, наоборот, к излишкам
Оптимизация ценообразования	Алгоритмы анализируют динамику спроса, действия конкурентов, сезонные тренды и предлагают оптимальные ценовые стратегии в реальном времени	Максимизация прибыли за счёт гибкой корректировки цен в зависимости от рыночной ситуации	Резкие изменения цен могут вызвать недовольство потребителей и снизить доверие к бренду
Прогнозирование возвратов товаров	Модели выявляют закономерности возвратов по категориям товаров, регионам и характеристикам клиентов	Снижение убытков, связанных с возвратами, а также повышение качества ассортимента и улучшение управления поставками	Необходимость сбора и анализа детализированных данных о клиентах, что может вызывать вопросы в области защиты персональных данных
Учёт внешних факторов	Модели учитывают влияние макроэкономических показателей, тенденций в социальных сетях, погодных условий и локальных событий	Более комплексные и адаптивные прогнозы, позволяющие учитывать быстрые изменения внешней среды	Сложности верификации внешних данных и их корректной интерпретации в моделях прогнозирования

Рассмотрим на практическом примере особенности использования инструментов ИИ для прогнозирования продаж. Используем для этого нейронную сеть Long Short-Term Memory (LSTM), которая представляет собой мощный инструмент для анализа закономерностей и составления точных прогнозов в сфере розничной торговли. LSTM особенно подходит для данных временных рядов, таких как сведения о продажах, благодаря своей способности фиксировать зависимости и взаимосвязи в течение длительных периодов времени [1]. Это достигается за счет архитектуры рекуррентной

нейронной сети, которая позволяет сохранять и использовать информацию в течение нескольких временных шагов.

Алгоритм прогнозирования с использованием LSTM на примере онлайн розничного магазина, включает в себя следующие шаги.

Шаг 1. Сбор данных.

В рамках предлагаемой схемы прогнозирования будут учитываться следующие показатели: статические данные продаж, дата, поведение пользователя, покупки и промоакции (см. табл. 3).

Таблица 3 Данные для прогнозирования (составлено автором)

Категория	Дополнительные функции	Номинальный
Статические данные продаж	Классификатор товара	Дискретный/бинарный
	Название товара	Непрерывный
	Категория товара	Непрерывный
Дата	Был ли период рабочим днем?	Непрерывный
Поведение пользователя	Количество избранных/закладок по товару	Непрерывный
	Количество просмотров товара	Непрерывный
	Количество уникальных посетителей, просматривавших товар	Непрерывный
	Коэффициент конверсии покупок	Непрерывный
	Среднее количество просмотров страниц других товаров в той же категории	Непрерывный
Покупки	Цена товара	Дискретный/бинарный
	Объем продаж товара	Дискретный
	Средний объем продаж товаров в той же категории	Дискретный
Продвижение	Была ли проведена рекламная акция по товару?	Дискретный
	Оценка рекламной акции	Номинальный
	Дни после начала рекламной акции	Дискретный/бинарный
	Дни до начала рекламной акции	Непрерывный

Шаг 2. Обработка данных

Выбранные данные необходимо обработать в соответствии с характеристиками, представленными на рисунке 1. Набор данных будет очищен от шума, такого как ненужные сведения (название продавца, дата добавления продукта, теги). Кроме того, данные будут разделены на обучающий и тестовый набор таким образом, чтобы обучающий не был недооценен или переоценен по отношению к модели. Для этого 80% набора данных выделяется в качестве обучающего, а остальные 20% – в качестве тестового.

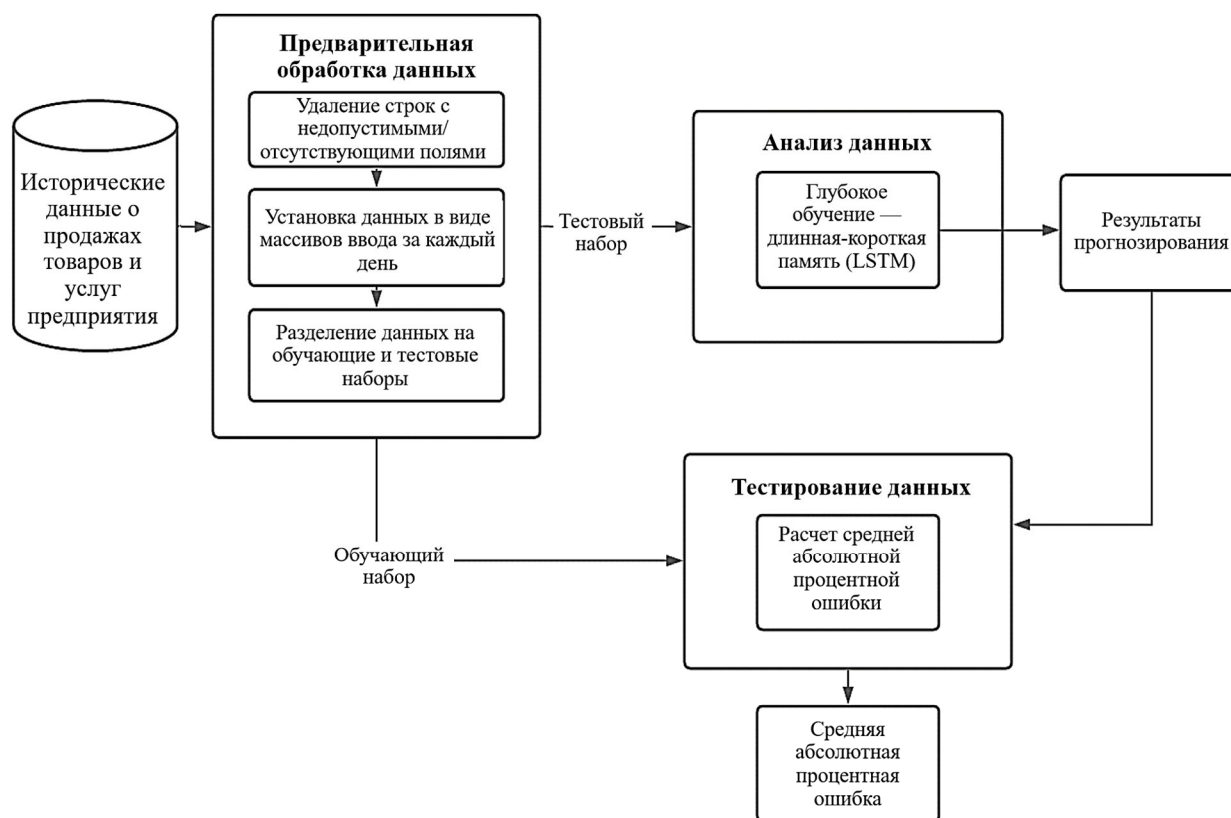


Рис. 1 Схема отбора данных для прогнозирования (составлено автором)

Шаг 3. Ввод гиперпараметров

На этом этапе происходит настройка сценария параметров с целью получения правильных характеристик, с тем чтобы алгоритм LSTM мог корректно изучить закономерности, содержащиеся в данных. Другими словами, необходимо протестировать состав обучения и тестирования, который дает наименьшие потери. После получения подходящего состава результаты эксперимента используются для поиска оптимального скрытого слоя. Если количество скрытых слоев привело к наименьшим потерям, следующим шагом является создание сценария отсева. Отсев служит для предотвращения переобучения данных. Если количество отсевов привело к небольшой погрешности, будет получен раздел данных с подходящим слоем. Далее определяется оптимальный размер партии и эпоха.

Шаг 4. Оценка модели

После прохождения ряда процессов обучения и тестирования необходимо оценить производительность модели с помощью расчета RMSE, который является альтернативным методом, используемым для измерения точности выбранной техники прогнозирования.

Шаг 5. Прогнозирование на определенный период времени вперед

Этап прогнозирования представляет собой процесс формирования предсказаний о будущих значениях на основе выявленных закономерностей и структур в имеющихся данных. Результаты процесса прогнозирования затем используются в качестве инструмента принятия решений.

Таким образом, подводя итоги проведенного исследования, можно сделать следующие выводы.

Подходы к прогнозированию продаж в розничной торговле на основе инструментов ИИ и МО позволяют получить лучшую производительность по сравнению с традиционными моделями линейной и нелинейной регрессии. В статье рассмотрены особенности использования алгоритма глубокого обучения LSTM для составления прогноза

продаж на предприятиях розничной торговли. Кроме того, детально обозначены этапы сбора и анализа данных для будущих сценариев.

Список литературы:

1. Заринян С. Методы прогнозирования и оценка продаж с помощью анализа данных // Научный Лидер. 2025. № 20 (221). С. 53-56.
2. Александров А.Д. Искусственный интеллект для продаж: преимущества, варианты использования и риски // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2024. Т. 14. № 10-1. С. 300-307.
3. Перстенева Н.П., Гоголев А.О. Обзор текущего состояния использования технологий искусственного интеллекта российскими розничными компаниями для задач прогнозирования // Экономика и предпринимательство. 2022. № 8 (145). С. 864-866.
4. Струбалин П.В., Волошин И.П. Применение матрицы последствий и вероятностей при разработке комплексного программного решения управления продажами на основе технологий искусственного интеллекта // Вопросы экономики и права. 2022. № 173. С. 85-90.

References:

1. Zarinyan S. Methods of forecasting and sales assessment using data analysis // Scientific Leader. 2025. No. 20 (221). P. 53-56.
2. Aleksandrov A.D. Artificial intelligence for sales: advantages, use cases and risks // Economy: yesterday, today, tomorrow. 2024. T. 14. No. 10-1. pp. 300-307.
3. Persteneva N.P., Gogolev A.O. Review of the current state of the use of artificial intelligence technologies by Russian retail companies for forecasting tasks // Economy and entrepreneurship. 2022. No. 8 (145). P. 864-866.
4. Strubalin P.V., Voloshin I.P. Application of the matrix of consequences and probabilities in the development of a comprehensive software solution for sales management based on artificial intelligence technologies // Issues of Economics and Law. 2022. No. 173. P. 85-90.