

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ УПАКОВКИ

В статье рассматривается роль искусственного интеллекта в цифровой трансформации потребительской упаковки. Показано, как искусственный интеллект превращает упаковку из пассивной защитной оболочки в многофункциональный инструмент контроля, маркетинга, логистики и взаимодействия с потребителем. Проанализированы ключевые направления внедрения искусственного интеллекта: контроль качества и автоматизация на базе компьютерного зрения, оптимизация логистики и цепочек поставок, разработка умной упаковки с датчиками и системами отслеживания, создание экологичных материалов и оценка жизненного цикла продукции, а также генерация дизайна и персонализация упаковки под запросы потребителей. Отдельное внимание уделено преимуществам внедрения искусственного интеллекта – экономической выгоде, экологическому эффекту и операционной эффективности. Приведены данные о динамике роста рынка искусственного интеллекта, его сегментации по типам упаковки, технологиям, отраслям и регионам.

This article examines the role of artificial intelligence in the digital transformation of consumer packaging. It demonstrates how artificial intelligence is transforming packaging from a passive protective shell into a multifunctional tool for control, marketing, logistics, and consumer engagement. Key areas of artificial intelligence implementation are analyzed: quality control and automation based on computer vision, optimization of logistics and supply chains, development of smart packaging with sensors and tracking systems, creation of eco-friendly materials and product life cycle assessment, as well as design generation and personalization of packaging based on consumer needs. Special attention is given to the advantages of artificial intelligence implementation – economic benefits, environmental impact, and operational efficiency. Data on the growth dynamics of the artificial intelligence market, its segmentation by packaging type, technology, industry, and region are provided.

Ключевые слова: искусственный интеллект; умная упаковка; интерактивная упаковка; цифровая трансформация; компьютерное зрение; персонализация упаковки; датчики RFID; NFC; QR-коды; активная упаковка; интеллектуальная упаковка.

Key words: artificial intelligence; smart packaging; interactive packaging; digital transformation; computer vision; packaging personalization; RFID sensors; NFC; QR codes; active packaging; intelligent packaging.

В настоящее время упаковочная отрасль выходит за рамки традиционных задач пассивной защиты товара и придания ему эстетичной формы. Драйвером серьезных изменений выступают цифровые технологии, а в эпицентре этого процесса находятся интеллектуальные упаковочные решения, функционирующие на основе искусственного интеллекта (ИИ) [1].

Цифровая трансформация привела к возникновению умной и интерактивной упаковки, объединяющей датчики, электронные метки и аналитические модули, которые позволяют отслеживать состояние продукции, контролировать ее перемещение и выстраивать более тесное взаимодействие с конечным пользователем. Параллельно с этим алгоритмы ИИ становятся катализатором технологических инноваций: они дают компаниям возможность более точно прогнозировать покупательский спрос, сокращать материальные отходы и стабильно повышать качество выпускаемой продукции. Оперативно обрабатывая поступающие данные, системы ИИ помогают предприятиям гибко реагировать на конъюнктуру рынка, предотвращать переизводство и неукоснительно соблюдать высокие стандарты качества. К числу весомых преимуществ применения ИИ относится также автоматическое обнаружение дефектов. Подобные технологии выявляют даже самые незначительные производственные погрешности, гарантируя, что каждая единица упаковки соответствует строгим требованиям. Более того, ИИ вносит вклад в повестку устойчивого развития за счет рационального использования сырья и снижения энергозатрат, превращая упаковку в более эффективную и экологичную [2; 3].

В ситуации нарастающей рыночной конкуренции и меняющихся запросов аудитории интерактивная упаковка превращается в важнейший маркетинговый инструмент и действенный способ укрепления лояльности покупателей. Востребованность разработки и вывода на рынок таких упаковочных решений обусловлена острыми проблемами: нехваткой прозрачной информации о товаре, распространением контрафакта, слабой вовлеченностью потребителей и экологическими вызовами. Интерактивные технологии открывают новые горизонты для создания

упаковки, которая не просто содержит продукт, а полноценно взаимодействует с пользователем, предлагая ему дополнительную пользу. При этом интерактивная упаковка не сводится исключительно к цифровым интерфейсам, существуют классические форматы: адвент-календари, мультиупаковки с игровыми элементами, а также конструкции, трансформируемые в полезные бытовые предметы (например, коробки, становящиеся игрушками или органайзерами). Все они также успешно вовлекают потребителей, формируют эмоциональную привязанность к бренду и обогащают пользовательский опыт [4].

В 2025 г. объем рынка ИИ в упаковке достиг 2,4 млрд долл. США. К 2026 г. ожидалась выручка в размере около 3,1 млрд долл. США, а к 2036 г. – рост до 40,5 млрд долл. США. Такая траектория соответствует среднегодовому темпу роста в 29,30%, отражающему переход к автоматизированным системам обнаружения дефектов в сфере закупок. При распределении капитала приоритет отдается системам машинного зрения, а не традиционным методам ручной проверки.

Сегментацию рынка ИИ в упаковке можно представить по нескольким ключевым направлениям:

- *По типу упаковки.* Умная упаковка (активная и интеллектуальная упаковка с возможностью отслеживания качества), экологичная упаковка и др.; лидером рынка является интеллектуальная упаковка (38,4% в 2026 г.), чему способствуют потребность в отслеживании цепочки поставок в режиме реального времени, интеллектуальная интеграция датчиков и быстрая цифровизация, обусловленная нормативными требованиями, для мировых брендов.

- *По конечному применению.* Пищевая промышленность, здравоохранение и фармацевтика, косметика и средства личной гигиены, бытовая электроника, автомобилестроение и др.; доминирует пищевая промышленность (35,4% в 2026 г.), что отражает критически важные требования сектора к гигиене, контролю дефектов и точности высокоскоростного визуального контроля на линиях розлива и укупорки.

- *По разворачиванию.* Облачные технологии (Cloud-based) и локальное размещение (On-premise).

- *По регионам.* Северная Америка (лидер по внедрению), Европа, Азиатско-Тихоокеанский регион; рост в значительной степени распределен по ключевым регионам, Китай (среднегодовой темп роста 31,6%), Индия (30,2%), Канада (32,3%) и Япония (33,8%) становятся рынками с высокой динамикой развития, обусловленной быстрой цифровизацией, государственной поддержкой и расширением автоматизации.

- *По типу технологии ИИ.* Компьютерное зрение (для инспекции качества продукции и упаковки), генеративный ИИ (для быстрого создания эскизов, дизайна и рекламных баннеров), машинное обучение (для предиктивного обслуживания упаковочных машин и прогнозирования спроса) и др.

- *По услугам.* Контроль качества (автоматизированное выявление дефектов), оптимизация материалов и дизайна (снижение отходов и использование экологически чистых материалов), умное складирование (автоматизация процессов, ИИ в логистике), маркировка данных, отслеживание и др. [5].

Контроль качества и автоматизация (компьютерное зрение). ИИ активно применяется для автоматизации операционных процессов в производственной сфере. Современные роботизированные комплексы и интеллектуальные системы в автономном режиме выполняют сборку, сортировку и упаковку готовой продукции, параллельно контролируя ключевые параметры упаковки – от геометрических размеров до качества исполнения. Такой подход не только снижает частоту ошибок, но и существенно повышает скорость производственного цикла. Умные роботы проверяют корректность размещения товаров внутри коробок, обеспечивая соблюдение установленных нормативов и сводя к минимуму долю бракованной продукции.

Крупные игроки упаковочной индустрии внедряют системы технического зрения, работающие на базе ИИ, для диагностики дефектов печати, оценки целостности упаковки и проверки ее соответствия нормативным требованиям. Предприятия, выпускающие товары повседневного спроса, используют камеры с ИИ на линиях фасовки для выявления посторонних включений, мониторинга уровня наполнения и контроля правильности маркировки. Производители упаковки также применяют ИИ для прогнозирования отказов оборудования и оптимизации графиков планово-предупредительного ремонта. В числе перспективных направлений – использование ИИ для прочностных расчетов тары, автоматизации паллетирования и оптимизации раскроя картонных листов.

Оптимизация логистики и цепочек поставок. Крупные розничные сети используют ИИ для прогнозирования покупательского спроса и адаптации упаковки под задачи логистики,

в частности, для расчета наиболее эффективных форм и размеров коробок при доставке товаров.

Значимую роль ИИ играет в управлении складскими операциями: анализируя большие массивы данных в режиме реального времени, он помогает прогнозировать потребности в упаковочных материалах, минимизируя риски как их избыточных запасов, так и дефицита.

Кроме того, ИИ способствует оптимизации логистических процессов за счет построения наилучших маршрутов доставки. Это позволяет сократить транспортные издержки и ускорить доставку товаров конечным потребителям. ИИ-системы в режиме реального времени оценивают дорожную обстановку и предлагают оптимальные пути следования, что ведет к снижению расхода топлива и повышению оперативности доставки [6; 7].

Умная упаковка и отслеживание. В 2026 г. на долю умной упаковки придется 38,4% объема, что обусловлено жесткими требованиями брендов к отслеживанию цепочки поставок в режиме реального времени [5].

Умная упаковка включает в себя две основные категории, признанные международными регуляторами и органами стандартизации:

– **Активная упаковка.** Увеличивает срок хранения или безопасность продукта, взаимодействуя с окружающей средой (например, поглотители кислорода, антимикробные агенты, регуляторы CO₂).

– **Интеллектуальная упаковка.** Предоставляет информацию о состоянии упакованного продукта или его окружения (например, индикаторы времени-температуры, датчики свежести, метки отслеживания) [8].

В настоящее время в упаковку внедряются различные интеллектуальные датчики и системы (таблица).

Технологии умной (интерактивной) упаковки

Наименование технологии	Область применения	Преимущества	Недостатки
RFID-метки (радиочастотная идентификация)	Логистика (мониторинг перемещения грузов)	Мгновенное считывание информации	Выше стоимость по сравнению со штрихкодами
	Фармацевтика (борьба с подделками)	Одновременное сканирование множества товаров	Требуется установка специального считывающего оборудования
	Ретейл (инвентаризация, предотвращение краж)	Улучшенная защита от краж и подделок	
	Оптимизация логистики и отслеживание товаров		
QR-коды	Упаковка продуктов питания и напитков (состав, происхождение)	Простота и низкая стоимость (фактически только печать)	Требуется подключение к интернету для интерактива
	Фармацевтика (аутентификация лекарств)	Интерактивность (ссылки, видео, дополненная реальность)	Уязвимость к фальсификации (нужны дополнительные механизмы защиты)
	Маркетинг (программы лояльности, акции)	Сбор данных о поведении пользователей	
	Предоставление информации и проверка подлинности		
NFC-метки	Проверка подлинности товаров (косметика, фармацевтика)	Быстрое считывание при касании смартфоном	Более высокая стоимость по сравнению с QR-кодами
	Бесконтактное взаимодействие с потребителем	Высокая степень защиты от подделок	Требуется наличие NFC-модуля в смартфоне пользователя
	Программы лояльности	Возможность обновления данных	
Дополненная реальность (AR)	Повышение вовлеченности потребителей	Высокий уровень вовлеченности и эмоциональной связи с брендом	Требуется установка мобильного приложения
	Интерактивные инструкции (электроника, косметика)	Уникальный пользовательский опыт	Затраты на разработку AR-контента
	AR-примерочные (одежда)	Возможность визуализации продукта в среде	Зависимость от технических характеристик смартфона
	Игровые элементы на упаковке		
Сенсорные материалы (термочувствительные индикаторы, газовые сенсоры, pH-индикаторы)	Пищевая промышленность (молочная продукция, мясо, рыба – контроль свежести)	Сокращение потерь за счет своевременного выявления проблем	Высокая стоимость
	Фармацевтика (мониторинг температурного режима лекарств)	Повышение доверия потребителей к бренду	Требуется специальная калибровка и настройка
	Логистика (отслеживание условий транспортировки)	Улучшение безопасности продукции	
	Контроль качества продукции	Визуальное информирование о состоянии товара	

Окончание

Наименование технологии	Область применения	Преимущества	Недостатки
IoT-датчики (температура, влажность, вибрация, движение)	Бесперебойный мониторинг условий хранения и транспортировки	Передача данных в реальном времени через интернет (Wi-Fi, LoRaWAN, NB-IoT)	Высокая стоимость оборудования и развертывания
	Управление запасами в режиме реального времени	Интеграция с облачными системами аналитики	Требуется стабильное интернет-соединение
	Повышение прозрачности цепочки поставок	Автоматизация контроля и сокращение отходов	Необходимость в источниках питания

Крупные логистические операторы, обеспечивающие доставку посылок, тестируют системы отслеживания упаковки с датчиками и ИИ-аналитикой для контроля условий перевозки (температура, удары). Фармацевтические компании внедряют умную упаковку с QR-кодами и блокчейном для борьбы с контрафактом, где ИИ анализирует данные о перемещениях. Интеллектуальная интеграция датчиков позволяет дистрибьюторам отслеживать колебания температуры и физические воздействия во время транспортировки. Алгоритмическая обработка данных с датчиков прогнозирует риски порчи до того, как скоропортящиеся товары попадут на полки розничных магазинов. Владельцы брендов используют динамические QR-коды и метки ближней связи (NFC) для прямого взаимодействия с конечными потребителями [3; 5; 6].

Экология и переработка. ИИ вносит существенный вклад в решение экологических проблем упаковочной индустрии. В частности, ряд производителей полимеров применяет ИИ для разработки более экологичных материалов, анализа полного жизненного цикла упаковки, компьютерного моделирования полимерных структур и создания материалов с принципиально новыми заданными свойствами.

Одним из ключевых инструментов здесь выступает оценка жизненного цикла (LCA). ИИ существенно облегчает проведение LCA в упаковочной отрасли, позволяя комплексно оценивать воздействие на окружающую среду на каждом этапе – от добычи сырья до утилизации. Благодаря анализу больших объемов данных и оптимизации производственных процессов, LCA на базе ИИ дает компаниям возможность принимать экологически обоснованные решения, сокращать углеродный след и повышать общую устойчивость бизнеса.

Кроме того, ИИ способствует сокращению отходов в упаковочной индустрии за счет более эффективного использования материалов и разработки зеленых решений, включая биоразлагаемые виды упаковки. Конечная цель этих усилий – создание упаковки с минимальным негативным воздействием на окружающую среду, что напрямую способствует снижению углеродного следа компании [6; 7; 9].

Дизайн и персонализация. ИИ активно внедряется в сферу дизайна упаковки, где традиционно требовался творческий подход. При правильном использовании ИИ способен выполнять серьезные аналитические и генеративные функции: от персонализации характеристик товара до оптимизации производства и дистрибуции.

Алгоритмы машинного обучения анализируют потребительские предпочтения, выявляют актуальные рыночные тенденции и на этой основе создают инновационные упаковочные решения, повышающие как визуальную привлекательность, так и функциональность продукта. Рекламные агентства и производственные предприятия разрабатывают ИИ-инструменты для генерации дизайна упаковки под конкретные запросы брендов.

Ключевым направлением становится персонализация. ИИ позволяет создавать упаковку, адаптирующуюся под индивидуальные предпочтения клиентов, включая уникальные дизайны и подбор материалов с учетом вкусов покупателей, особенностей товаров и рыночных тенденций. Крупные ретейлеры запускают персонализированные упаковочные решения для промоакций, где ИИ анализирует историю покупок клиентов и предлагает соответствующие варианты дизайна.

Помимо творческих задач, ИИ решает утилитарные задачи: анализирует изображения, обнаруживает дефекты упаковочных материалов, а также использует статистические данные о продажах для оптимизации процессов производства и дистрибуции, что позволяет минимизировать затраты и точно рассчитывать необходимые запасы упаковочных материалов.

В результате упаковка перестает быть просто средством защиты товара и превращается в мощный маркетинговый инструмент, улучшающий пользовательский опыт и повышающий лояльность клиентов. Правильно задействуя технологии ИИ, бренды получают возможность создавать уникальные упаковочные решения, соответствующие разнообразным потребностям

целевой аудитории, что создает дополнительную ценность в дизайне и позволяет прогнозировать будущие рыночные тенденции [6–7; 9–10].

Можно выделить следующие преимущества интерактивной и интеллектуальной упаковки на базе ИИ:

– *Экономическая выгода.* ИИ способствует значительному снижению затрат на производство упаковки. Благодаря автоматизации и оптимизации производственных процессов компании могут повысить эффективность операций и добиться экономии за счет масштаба. Эта экономия может быть передана клиентам, что позволяет формировать более конкурентоспособные ценовые стратегии.

Конкретные механизмы экономии включают предиктивную аналитику и компьютерное зрение, которые сокращают до 15% потерь сырья, а также умный дизайн, минимизирующий расход материалов без ущерба для прочности. Дополнительный вклад вносит ИИ-оптимизация логистики, снижающая издержки на транспортировку и производство. В результате ресурсы переходят из категории затрат в категорию инвестиций [6; 9].

– *Экологический эффект.* С помощью ИИ экология перестает быть абстрактным трендом и превращается в измеримый результат. Алгоритмы позволяют просчитывать углеродный след уже на этапе проектирования упаковки, а системы сортировки на основе компьютерного зрения повышают процент сырья, пригодного для переработки.

Кроме того, ИИ помогает реализовывать принципы циклической экономики, предлагая эффективные решения по вторичному использованию материалов и сокращению объема одноразовой упаковки.

– *Операционная эффективность.* Эффективность выступает как синергия экономических и экологических аспектов. ИИ сокращает время вывода новых продуктов на рынок за счет генеративного дизайна, предотвращает многомиллионные потери от брака благодаря непрерывному автоматизированному контролю качества и обеспечивает бесперебойность производственных процессов за счет предиктивного обслуживания оборудования [6].

Таким образом, проведенный анализ показывает, что ИИ кардинально трансформирует упаковочную индустрию, превращая упаковку из пассивной защитной оболочки в многофункциональный инструмент контроля, маркетинга, логистики и взаимодействия с потребителем. Компании, внедряющие интеллектуальные решения на базе ИИ, получают значительные конкурентные преимущества: повышение операционной эффективности, сокращение издержек (включая до 15% потерь сырья), снижение брака, оптимизацию логистики и возможность персонализировать дизайн под запросы клиентов.

Кроме того, ИИ открывает новые возможности для устойчивого развития отрасли, позволяя на этапе проектирования просчитывать углеродный след, повышать процент перерабатываемого сырья и реализовывать принципы циклической экономики. Таким образом, цифровая трансформация на базе ИИ создает упаковку будущего – умную, экологичную и адаптированную под запросы потребителей, где эффективность, дизайн и устойчивость гармонично сосуществуют.

Список использованной литературы

1. **Упаковка** на базе ИИ: каким будет будущее индустрии упаковки и упаковочного оборудования? // Hipermak. – URL: <https://hipermak.com.tr/ru/%D1%83%D0%BF%D0%B0%D0%BA%/> (дата обращения: 15.05.2026).
2. **Пандей, Д.** Термоусадочная упаковка: более безопасные, умные и прочные решения / Д. Пандей // Тара и упаковка. – 2025. – № 4. – С. 10–11.
3. **Смарт-упаковка:** как цифровые технологии изменяют рынок упаковки // Росстип. – URL: <https://rosstip.ru/news/4927-smart-upakovka-kak-tsifrovye-tekhnologii-izmenyayut-rynok-upakovki> (дата обращения: 15.05.2026).
4. **Головина, Т. П.** Интерактивная упаковка товаров: взаимодействие пользователей с упаковкой / Т. П. Головина // Будущее экономики в эпоху технологических изменений: роль искусственного интеллекта и инноваций : сб. тезисов докл. Конгресса молодых ученых ИТМО, 7–11 апр. 2025 г., г. Санкт-Петербург. – СПб., 2025. – URL: <https://kmu.itmo.ru/digests/article/15360> (дата обращения: 15.05.2026).
5. **Sutaria, I.** AI in Packaging Market: Global Market Analysis Report – Forecast 2026 to 2036 / I. Sutaria // Future Market Insights. – URL: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/artificial-intelligence-in-packaging-market> (date of access: 15.05.2026).

6. **Кухарский, В. В.** Цифровая трансформация упаковочной отрасли в России: роль искусственного интеллекта / В. В. Кухарский // UpakExpo. – URL: <https://upakexpo.ru/sites/default/files/2026-02/10%/20%DO%92%DO%68%> (дата обращения: 15.05.2026).
7. **Цифровизация** в упаковке: как искусственный интеллект меняет процесс упаковки // My-Pack.kz. – URL: <https://my-pack.kz/novosti/tsyfrovizatsiya-v-upakovke-kak-yskusstvennyi-yntellekt-meniayet-protsess-upakovky-ru/> (дата обращения: 15.05.2026).
8. **Bioleader.** Тенденции инноваций в области умной упаковки на 2025 г. Научный прогресс, регулятивные факторы и практическое участие Bioleader // Bioleader Pack. – URL: <https://www.bioleaderpack.com/ru/%D0%B8%> (дата обращения: 15.05.2026).
9. **Meijs, J.** AI in Packaging: Revolutionizing Design, Sustainability, and Efficiency / J. Meijs // LinkedIn. – URL: <https://www.linkedin.com/in/joost-meijs-7a00636/> (date of access: 15.05.2026).
10. **От идеи** до полки: как AI ускоряет цикл разработки дизайна упаковки? // Артпласт. – URL: <https://www.artplast.ru/stati/ot-idei-do-polki-kak-ii-uskoryaet-tsikl-razrabotki-dizayna-upakovki/> (дата обращения: 15.05.2026).