

УДК 004.8:658.78

Голиков Алексей Юрьевич

магистрант, Российский новый университет, г. Москва

Степанова Евгения Николаевна

*научный руководитель, кандидат педагогических наук, доцент, доцент
кафедры информационных систем в экономике и управлении, Российский
новый университет, г. Москва*

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА УПАКОВКИ НА СКЛАДЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. В статье рассматривается проблема контроля качества упаковки на складе как ключевой элемент обеспечения сохранности товаров и надёжности логистического сервиса. Обосновывается критическая важность контроля упаковки для складских операций: дефекты упаковки напрямую ведут к повреждению грузов, возвратам, претензиям клиентов и росту издержек. Подробно анализируются недостатки традиционного ручного контроля: утомляемость операторов, субъективность оценок, выборочность инспекции и систематический пропуск дефектов. Показано, что применение методов искусственного интеллекта позволяет преодолеть указанные ограничения за счёт непрерывной, объективной и высокопроизводительной инспекции упаковки. Искусственный интеллект рассматривается на концептуальном уровне как решение проблемы, без детального описания конкретных архитектур и алгоритмов.

Annotation. The article examines the problem of packaging quality control in a warehouse as a key element in ensuring product safety and the reliability of logistics service. The critical importance of packaging control for warehouse operations is substantiated: packaging defects directly lead to cargo damage, returns, customer

complaints, and increased costs. The shortcomings of traditional manual inspection are analyzed in detail, including operator fatigue, subjective assessments, selective inspection, and systematic omission of defects. It is shown that the use of artificial intelligence methods makes it possible to overcome these limitations through continuous, objective, and high-performance inspection of packaging. Artificial intelligence is considered at a conceptual level as a solution to the problem without a detailed description of specific architectures and algorithms.

Ключевые слова: контроль качества упаковки, складская логистика, ручная инспекция, искусственный интеллект, компьютерное зрение, автоматизация склада

Keywords: packaging quality control, warehouse logistics, manual inspection, artificial intelligence, computer vision, warehouse automation

Введение

Развитие электронной коммерции, рост объёмов складской обработки и ужесточение требований к качеству логистического сервиса выдвигают контроль качества упаковки на одно из первых мест среди складских операций. Упаковка представляет собой не вспомогательную операцию, а защитный барьер, обеспечивающий сохранность товара на всём пути от склада до конечного потребителя. Любое нарушение целостности упаковки, ошибка маркировки или дефект этикетки напрямую транслируется в финансовые и репутационные потери для логистической компании [1].

Традиционный подход к контролю качества упаковки на большинстве складов сводится к визуальной инспекции, выполняемой персоналом вручную. Оператор осматривает упаковку, оценивает её состояние и принимает решение о годности либо отбраковке. При ограниченном штате и высокой интенсивности потока такой контроль, как правило, носит выборочный

характер и существенно зависит от субъективных факторов: опыта, внимательности и физического состояния конкретного сотрудника [2].

В этих условиях внедрение методов искусственного интеллекта для автоматизации визуального контроля упаковки приобретает статус не технологического излишества, а практической необходимости. Настоящая статья сфокусирована на проблеме контроля качества упаковки на складе и рассматривает её с трёх сторон: почему данная проблема критически важна, чем ограничен ручной контроль и каким образом искусственный интеллект позволяет эти ограничения преодолеть.

1. Значение контроля качества упаковки для складских операций

Упаковка выполняет на складе несколько функций одновременно. Прежде всего, защитную функцию: она предохраняет товар от механических повреждений, влаги, загрязнений и иных внешних воздействий при транспортировке, хранении и манипулировании. Кроме того, упаковка несёт информационную функцию, поскольку содержит штриховые и двумерные коды, маркировку и служебные надписи, необходимые для автоматизированной идентификации груза и управления складскими потоками.

Нарушение любой из перечисленных функций ведёт к каскаду негативных последствий. Повреждение защитного слоя упаковки означает риск порчи самого товара, особенно хрупкого, электронного или пищевого. Дефект маркировки или этикетки приводит к сбоям в работе систем автоматической идентификации, ошибкам комплектования, пересортице и задержкам в обработке заказов. В результате склад отправляет получателю груз, который не соответствует ожиданиям ни по состоянию, ни по составу [3].

Финансовые последствия таких инцидентов складываются из нескольких статей. Во-первых, это прямые потери от возврата и замены повреждённого

товара. Во-вторых, дополнительные логистические издержки на обратную транспортировку и повторную обработку. В-третьих, репутационный ущерб: клиент, получивший товар в повреждённой упаковке, с высокой вероятностью формирует негативный отзыв и обращается к конкурентам. Таким образом, контроль качества упаковки представляет собой не узкую вспомогательную операцию, а процесс, напрямую влияющий на ключевые показатели эффективности склада.

2. Недостатки ручного контроля качества упаковки

На большинстве складов контроль качества упаковки по-прежнему выполняется вручную. Оператор визуально осматривает проходящие единицы груза и принимает решение об их годности. Несмотря на кажущуюся простоту и универсальность такого подхода, он обладает рядом системных недостатков, которые существенно ограничивают его эффективность в условиях современного склада.

Первый и наиболее существенный фактор состоит в утомляемости оператора. Визуальный контроль представляет собой монотонную работу, требующую постоянной концентрации внимания. Человек способен сохранять высокий уровень внимательности лишь ограниченное время; к середине смены наблюдается закономерное снижение скорости реакции и рост числа пропущенных дефектов. Исследования показывают, что после нескольких часов непрерывной инспекции доля незамеченных дефектов может возрасти в несколько раз по сравнению с началом смены [4].

Второй фактор заключается в человеческом факторе в широком смысле. Решение о годности упаковки, принимаемое оператором, неизбежно субъективно и зависит от его опыта, настроения, индивидуальных критериев оценки. То, что один сотрудник сочтёт допустимой потёртостью, другой может

квалифицировать как брак. Отсутствие единых формализованных критериев приводит к непоследовательности решений и делает невозможным сбор объективной статистики дефектов [5].

Третий фактор состоит в выборочности контроля. При интенсивном грузопотоке и ограниченном штате оператор физически не способен осмотреть каждую единицу. На практике инспекция нередко охватывает лишь часть упаковок, выборочно или на отдельных этапах процесса. Дефекты на упаковках, не попавших в выборку, остаются необнаруженными и уходят в отгрузку.

Четвёртый фактор представляет собой зависимость качества контроля от квалификации и текущего состояния конкретного сотрудника. Болезнь, отвлечение внимания, недостаток опыта и переработки непосредственно влияют на качество инспекции. Совокупное действие перечисленных факторов приводит к тому, что ручной контроль не способен обеспечить непрерывный, стопроцентный и объективный контроль качества упаковки.

3. Возможность применения методов искусственного интеллекта для решения проблемы контроля качества упаковки

Альтернативой ручному контролю, способной принципиально преодолеть описанные ограничения, является автоматизация визуальной инспекции на основе методов искусственного интеллекта. Концептуально такое решение представляет собой систему, в которой изображение упаковки получается с помощью промышленных камер, установленных в зонах контроля, а анализ этого изображения выполняется интеллектуальной программной моделью, обученной распознавать дефекты [6]. При этом для внедрения подобной системы не требуется глубокого понимания внутренних механизмов нейросетевых архитектур конечным пользователем: система функционирует

как автономный модуль, принимающий на вход изображение и возвращающий на выходе результат классификации.

Ключевое преимущество рассматриваемого подхода состоит в устранении главного ограничителя ручного контроля, а именно человеческого фактора. Интеллектуальная система не подвержена усталости: она демонстрирует одинаковую точность инспекции и в начале смены, и в конце рабочего дня. Её оценки объективны и воспроизводимы, что обеспечивает консистентность критериев отбраковки и возможность сбора достоверной статистики дефектов [7].

Далее, система на основе искусственного интеллекта способна обеспечить сплошной, а не выборочный контроль. Каждая проходящая через зону инспекции упаковка анализируется без исключения, независимо от интенсивности потока. Это принципиально меняет охват контроля: вместо выборочной проверки части единиц склад получает стопроцентную инспекцию грузопотока [8].

Следует отметить, что применимость методов искусственного интеллекта не ограничивается задачей обнаружения дефектов. Автоматизированный контроль открывает дополнительные возможности, недоступные при ручной инспекции. Система способна вести непрерывный учёт результатов инспекции, формировать статистику дефектов в разрезе поставщиков, зон склада, временных интервалов и типов упаковки, а также оперативно информировать персонал о возникающих проблемах. Интеграция результатов контроля с системой управления складом позволяет автоматически учитывать состояние упаковки при управлении операциями.

Важным аспектом применимости рассматриваемого решения является его адаптивность. Методы искусственного интеллекта обладают способностью к дообучению: при появлении новых типов упаковки или ранее не

встречавшихся видов дефектов система может быть переобучена на вновь собранных данных без необходимости полной замены программного обеспечения или аппаратной части. Кроме того, внедрение искусственного интеллекта не означает полного исключения человека из процесса контроля: роль оператора трансформируется от монотонного визуального осмотра к разрешению спорных случаев, анализу статистики дефектов и принятию управленческих решений.

В итоге применимость методов искусственного интеллекта для контроля качества упаковки на складе обусловлена его способностью решать конкретные практические задачи: устранение утомляемости и субъективности, обеспечение сплошного контроля, интеграция с системами управления складом и адаптация к изменяющимся условиям. Совокупность перечисленных свойств делает автоматизированный визуальный контроль на основе искусственного интеллекта качественно новым уровнем организации контроля качества, отвечающим современным требованиям к производительности и надёжности складских процессов.

Заключение

Контроль качества упаковки представляет собой критически важный элемент складских операций, непосредственно влияющий на сохранность товаров, уровень возвратов и удовлетворённость клиентов. Традиционный ручной контроль, несмотря на его повсеместное распространение, обладает системными ограничениями: утомляемость операторов, субъективность оценок, выборочность инспекции и принципиальная невозможность обеспечить непрерывный стопроцентный контроль при интенсивном грузопотоке. Данные ограничения не устраняются простым увеличением штата, поскольку коренятся в самой природе человеческого труда.

Применение методов искусственного интеллекта для автоматизации визуального контроля упаковки предлагает качественно иное решение данной проблемы. Интеллектуальная система обеспечивает объективную, непрерывную и высокопроизводительную инспекцию каждой единицы груза, устраняет зависимость качества контроля от человеческого фактора и открывает возможности для интеграции результатов контроля в общую систему управления складом. Дополнительными преимуществами являются адаптивность к изменяющейся номенклатуре и трансформация роли оператора от монотонного осмотра к экспертному управлению качеством.

Дальнейшие исследования в данном направлении могут быть сосредоточены на оценке экономической эффективности внедрения интеллектуальных систем контроля на складах различного профиля, а также на формировании методических рекомендаций по их интеграции в существующие складские процессы.

Список литературы

1. Малышев М. И. Использование возможностей искусственного интеллекта для выявления повреждённых грузов по внешнему виду упаковки при выполнении логистических операций / М. И. Малышев // Мир транспорта. – 2022. – Т. 20, № 4 (101). – С. 61–72. – DOI: 10.30932/1992-3252-2022-20-4-5.
2. Полянцева К. А., Сергеев А. Е. Система интеллектуального мониторинга дефектов картонной упаковки на основе компьютерного зрения / К. А. Полянцева, А. Е. Сергеев // Инженерный вестник Дона. – 2026. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-intellektualnogo-monitoringa-defektov-kartonnoy-upakovki-na-osnove-kompyuternogo-zreniya> (дата обращения: 14.08.2026).

3. Шереметьев А. Н. Разработка системы распознавания дефектов упаковки рыбной продукции / А. Н. Шереметьев // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sistemy-raspoznavaniya-defektov-upakovki-rybnoy-produktsii> (дата обращения: 14.08.2026).
4. Благовещенский В. Г., Вежновец М. В. Разработка автоматизированной системы контроля качества драже с использованием машинного зрения и цифровых симуляций / В. Г. Благовещенский, М. В. Вежновец // Инженерный вестник Дона. – 2025. – URL: <https://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2025/10349> (дата обращения: 14.08.2026).
5. Антонович В. А. Программное решение для автоматизации контроля качества обёртки конфет / В. А. Антонович // Информационные системы и технологии : сборник статей 61-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. – Минск : БГУИР, 2025. – С. 5–8.
6. Оценка возможности использования системы технического зрения для контроля маркировки готовой молочной продукции // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vozmozhnosti-ispolzovaniya-sistemy-tehnicheskogo-zreniya-dlya-kontrolya-markirovki-got> (дата обращения: 14.08.2026).
7. Интеграция методов компьютерного зрения и искусственного интеллекта в промышленные технологии // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2026. – № 1 (80). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-metodov-kompyuternogo-zreniya-i-iskusstvennogo-intellekta-v-promyshlennye-tehnologii> (дата обращения: 14.08.2026).
8. Разработка и анализ эффективности системы автоматизации контроля качества на промышленных предприятиях с использованием машинного

обучения и компьютерного зрения // Вестник Екибастузского технического университета. – 2023. – URL: <https://vestnik.ektu.kz/index.php/vestnik/article/view/544> (дата обращения: 14.08.2026).

References

1. Malyshev M. I. Using the capabilities of artificial intelligence to identify damaged cargo based on the appearance of the packaging during logistics operations / M. I. Malyshev // World of Transport. – 2022. – Vol. 20, No. 4 (101). – Pp. 61–72. – DOI: 10.30932/1992-3252-2022-20-4-5.
2. Polyantseva K. A., Sergeev A. E. Intelligent monitoring system for defects in cardboard packaging based on computer vision / K. A. Polyantseva, A. E. Sergeev // Engineering Bulletin of the Don. – 2026. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-intellektualnogo-monitoringa-defektov-kartonnoy-upakovki-na-osnove-kompyuternogo-zreniya> (date of reference: 08/14/2026).
3. Sheremetyev A. N. Development of a system for detecting defects in packaging of fish products / A. N. Sheremetyev // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sistemy-raspoznavaniya-defektov-upakovki-rybnoy-produktsii> (date of request: 08/14/2026).
4. Blagoveshchensky V. G., Vezhnovets M. V. Development of an automated quality control system for dragees using machine vision and digital simulations / V. G. Blagoveshchensky, M. V. Vezhnovets // Engineering Bulletin of the Don. – 2025. – URL: <https://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2025/10349> (accessed: 14.08.2026).
5. Antonovich V. A. Software solution for automating quality control of candy wrappers / V. A. Antonovich // Information Systems and Technologies:

collection of articles from the 61st scientific conference of postgraduate students, master's students and students. – Minsk: BSUIR, 2025. – Pp. 5–8.

6. Assessment of the possibility of using a machine vision system to control the labeling of finished dairy products // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vozmozhnosti-ispolzovaniya-sistemy-tehnicheskogo-zreniya-dlya-kontrolya-markirovki-got> (accessed: 14.08.2026).
7. Integration of computer vision and artificial intelligence methods into industrial technologies // Bulletin of the Pacific National University. – 2026. – No. 1 (80). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-metodov-kompyuternogo-zreniya-i-iskusstvennogo-intellekta-v-promyshlennye-tehnologii> (accessed: 14.08.2026).
8. Development and analysis of the effectiveness of a quality control automation system at industrial enterprises using machine learning and computer vision // Bulletin of the Ekibastuz Technical University. – 2023. – URL: <https://vestnik.ektu.kz/index.php/vestnik/article/view/544> (accessed: 14.08.2026).