УДК 658.5

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

CONTEMPORARY TRENDS IN THE IMPROVEMENT OF THE ORGANIZATION OF AUXILIARY PRODUCTION SYSTEMS

Якушенков А.В., аспирант, кафедра логистики и управления, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (Казань, Россия)

Традиционный подход к организации вспомогательных производственных систем все чаще оказывается недостаточно эффективным, поскольку приводит к простоям основного оборудования, образованию брака, дефицита или излишков запасов сырья и материалов, неэффективной загрузке вспомогательного персонала и оборудования и пр. Требуется комплекс инструментов для интеграции основной и вспомогательной производственных систем и синхронизации материальных и информационных потоков, а также выявление действенных направлений и инструментов совершенствования организации вспомогательных производственных систем. Исследование охватывает следующие результаты: сформулирован системный подход к организации основных и вспомогательных производственных систем; освещены ключевые направления системной трансформации производственной системы; предложено концептуальное описание производственно-интегрированной складской системы, которая базируется на информационной, организационной и технологической интеграции; построена схема архитектуры данной системы. Совершенствование организации вспомогательных производственных систем – это комплексный гармоничный подход, основанный на цифровизации, роботизации, автоматизации, организационной трансформации и экологизации процессов на предприятии.

Ключевые слова: вспомогательное производство, производственная система, системный подход, складская система.

Для цитирования: Якушенков А.В. Современные направления совершенствования организации вспомогательных производственных систем // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2026. № 5 (92). С. 67–72.

Yakushenkov A.V., Postgraduate Student, Department of Logistics and Management, Kazan National Research Technological University (Kazan, Russia)

The traditional approach to organizing auxiliary production systems is increasingly proving to be insufficiently effective, as it leads to downtime of main equipment, the generation of defects, shortages or surpluses of raw materials and supplies, inefficient utilization of auxiliary personnel and equipment, and so on. A comprehensive set of tools is required to integrate the main and auxiliary production systems and synchronize material and information flows, as well as to identify effective directions and tools for improving the organization of auxiliary production systems. The study covers the following results: a systemic approach to organizing main and auxiliary production systems has been formulated; key directions of the systemic transformation of the production system have been highlighted; a conceptual description of a production-integrated warehouse system based on informational, organizational, and technological integration has been proposed; and an architecture diagram of this system has been constructed. Improving the organization of auxiliary production systems is a comprehensive, harmonious approach based on digitalization, robotization, automation, organizational transformation, and greening of processes at the enterprise.

Keywords: auxiliary production, production system, systematic approach, warehouse system.

For citation: Yakushenkov A.V., Contemporary trends in the improvement of the organization of auxiliary production systems // Information and Economic aspects of Standardization and technical regulation. 2026. No. 5(92), pp. 67–72. (In Russ)

ВВЕДЕНИЕ

В условиях высокой степени изменчивости цепей поставок особую значимость приобрела организация внутренних процессов и операций, обеспечивающая поддержание устойчивости производственной системы. Вспомогательные производства стали не менее важным элементом стратегического планирования и прогнозирования, обеспечивая планомерность и ритмичность основных технологических процессов.

В комплексе вспомогательных систем перестает быть пассивным звеном складская подсистема. Фокус организационной работы сместился с элементарного хранения на продуктивную обработку материальных потоков, интегрированную с основными процессами производства, процессами реализации готовой продукции и системой планирования в целом. От того, как организована система хранения и грузообработки, выполнения погрузо-разгрузочных работ, зависят эффективность и качество функционирования производственной системы в целом.

Исследования в области организации технического обслуживания и ремонта на предприятиях показывают, что доступность запасных частей на складах определяет эффективное время работы оборудования. В противном случае возникают внеплановые простои, нарушающие график производства и график отгрузки заказов [1]. Технические проблемы влекут за собой экономические потери, величина которых растет не столько из-за увеличения количества инцидентов, сколько в результате физического износа оборудования [2].

Также имеют место и другие проблемы. Еще один вид потерь на складе — это ожидание в очереди на получение и сдачу терминалом сбора данных сотрудниками склада. Практический кейс свидетельствует о высокой стоимости таких простоев — 154 000 $ в год [3]. Реализация lean-инструментов преимущественно в основных производственных системах ведет к «организационной и технологической разобщенности процессов снабжения, производства и транспортировки в пространстве и во времени» [4, с. 82]. Неэффективная организация вспомогательных процессов определяет высокую себестоимость готовой продукции [5]. Зарубежные исследования освещают проблему обусловленности эффективной организации складских процессов не столько множеством мелких инцидентов, сколько ограниченным числом критических сбоев [6]. К числу других проблем асинхронной организации относятся: дефицит необходимых ресурсов при перегруженности складов, избыточное незавершенное производство, низкая прозрачность процессов и операций, ошибки комплектации и др. [7].

Совокупность изложенных проблем, наличие системных разрывов между основными и вспомогательными производственными системами актуализируют задачу поиска действенных направлений и инструментов совершенствования организации производства вспомогательных производственных систем, что определило цель исследования— выявление действенных направлений и инструментов совершенствования организации вспомогательных производственных систем. Требуется решение следующих задач исследования:

1) раскрыть специфику системного подхода к организации основных и вспомогательных производственных систем;

2) исследовать направления системной трансформации производственной системы;

3) построить архитектуру интегрированной системы организации производства.

СИСТЕМНЫЙ ВЗГЛЯД НА РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Эффективность функционирования производственных систем определяется:

а) синхронизацией деятельности подсистем;

б) гармоничной модернизацией основных и вспомогательных подсистем, охватывающей процессы цифровизации, роботизации, интеграции принципов бережливого производства, экологизации;

в) сквозным управлением ресурсами;

г) прослеживаемостью материального потока в производственной системе и др.

Системный взгляд на организацию производства предполагает управление вспомогательными процессами как неотъемлемым элементом единой производственно-логистической системы, координацию материальных потоков и учет обратных связей, корреляцию между показателями эффективности ее подсистем. Последняя проявляется в таких ключевых аспектах, как:

— время: поиск, доставка сырья, материалов, комплектующих со склада на производственную площадку определяют длительность производственного цикла и резервы роста производительности;

— качество: ошибки при комплектации сырья, материалов, комплектующих и отгрузке их со склада могут привести к браку, пересортице, выходу оборудования из строя;

— информация: корректность и релевантность данных о фактических остатках на складе, местонахождении груза обусловливают качество планирования производства.

Именно системный подход лежит в основе современных направлений совершенствования организации производства. Он обеспечивается синхронизацией материальных и информационных потоков как в контуре фокусного предприятия, так и в пределах всей цепи поставок. Следствием такого подхода является достижение синергетического эффекта в части рационализации распределения и последующей экономии ресурсов, устойчивого роста и гибкости на фоне глобальных возмущений [7].

Однако на практике зачастую отсутствует синхронизация работы служб планирования производства и организации складского хозяйства. Первая сфокусирована на оптимизации производства без учета ограничений, связанных с пропускной способностью складов. Отсутствие координации между двумя службами может привести к дополнительным расходам, в том числе в связи с вынужденной остановкой производства [8].

Преодолеть изолированность деятельности вспомогательных служб и производства, обеспечить синхронизацию материальных и информационных потоков возможно путем современных инструментов организации производственной системы.

НАПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

Анализируя успешный практический опыт промышленных предприятий, выделим ключевые направления модернизации вспомогательных производственных систем.

1. Цифровая трансформация — предполагает формирование единого информационного пространства за счет внедрения информационных систем и технологий, снижая неопределенность при организации процессов. Системы класса WMS позволяют автоматизировать и оптимизировать процессы и операции на складах за счет учета адресного хранения, контроля операций, интеграции со считывающим оборудованием, учета сроков хранения. В результате WMS обеспечивает бесперебойную подачу сырья, материалов, комплектующих к цехам, прозрачность учета, планомерность отгрузок готовой продукции. Аналитические исследования подтверждают массовое внедрение WMS в российской практике [9].

Интернет вещей (IoT) предполагает оснащение оборудования, внутрискладского транспорта, тары специальными датчиками, что позволяет контролировать перемещения техники и грузов, контролировать микроклимат, а также безопасность перемещения техники и персонала. Технология позволяет сократить ошибки при подаче сырья и материалов на производство (рис. 1а).

Предиктивная аналитика на основе агрегирования больших данных позволяет моделировать и оптимизировать процессы внутри вспомогательной подсистемы, прогнозировать потребности в ресурсах, предотвращать простои оборудования (рис. 1б).

2. Роботизация и автоматизация складских процессов — является продолжением развития цифровых технологий и предполагает использование автономных мобильных роботов для перемещения грузов, автоматизированных систем хранения и выдачи грузов, роботизированных манипуляторов. Данный комплекс инструментов обеспечивает минимизацию человеческих ошибок и сбоев в поставках сырья на производство, синхронизацию с MES-системой основного производства, разумное снижение себестоимости продукции за счет сокращения доли затрат на функционирование вспомогательной системы.

3. Организационные изменения, внедрение бережливого производства. Интеграция перечисленных выше решений не обеспечит ожидаемую эффективность без организационных изменений. Бережливое производство по-прежнему остается фундаментом модернизации производственных систем. Применительно к складским процессам это проявляется:

- в сокращении потерь за счет устранения лишних перемещений, ожиданий, избыточных запасов, брака;
- рациональной организации рабочих мест (5S);
- обеспечении производства сырьем и материалами со склада по принципу «точно в срок» и снижении страховых запасов;
- вовлечении персонала в непрерывное совершенствование складских процессов.

4. Устойчивое развитие и экологизация вспомогательных производственных систем. Внедрение принципов ESG затрагивает не только основное производство. В контексте модернизации подсистемы складирования к проектам ESG относятся «зеленые» здания, использование энергоэффективной техники (например, электропогрузчики), вторичное использование упаковки и др. Результатом является снижение операционных расходов за счет экономии ресурсов, а устойчивое развитие вспомогательных производственных систем становится фактором роста эффективности предприятия.

Совокупность изложенных выше направлений позволяет создать «умный склад» – это современная концепция организации складского хозяйства, в которой все процессы максимально оптимизированы за счет комплексного использования технологий, данных, роботизации и человеческих ресурсов [11]. В то же время «умный склад» представляет собой пре-



а) Использование Интернета вещей



б) Использование технологий управления большими данными

Рис. 1. Использование цифровых инструментов в российских организациях, 2024 г., % организаций (построено по данным НИУ ВШЭ [10])

имущественно внутреннюю технологическую оптимизацию системы, а для создания эффективной производственной системы требуется синхронизация вспомогательного и основного производства [12]. В связи с этим предлагается использовать термин «производственно-интегрированная вспомогательная система» – это система, основанная на организационном, информационном и технологическом встраивании вспомогательной системы в контур основного производства.

Производственно-интегрированная складская система предполагает организационную трансформацию в саморегулируемую систему, способную адаптироваться к изменениям внешней и внутренней среды. К ее ключевым функциям следует отнести следующее:

1) синхронизация материального потока и производственного расписания, вследствие чего обеспечивается возможность опережающей подготовки сырья и материалов для производственных цехов;

2) обеспечение прослеживаемости ресурсов;

3) обеспечение гибкости производства и складского хозяйства при смене номенклатуры.

Представленный организационный подход предполагает принятие решений складской системой об отгрузке сырья и материалов на производство на основе производственной программы до момента возникновения потребности или до поступления заявки от мастера. Принцип работы производственно-интегрированной складской системы схож с технологией VMI (Vendor Managed Inventory, «запас, управляемый поставщиком»). Однако если в последней оптимизируется объем запасов на складе (на входе в производственную систему) за счет принятия поставщиком решений о сроках поставок сырья и материалов, то в производственно-интегрированной складской системе оптимизируется отгрузка сырья и материалов в производство, обеспечивается синхронизация подачи сырья и материалов с тактом производства.

Опыт Toyota — яркий пример базовой реализации производственно-интегрированной складской системы. Компания еще в середине XX века внедрила принципы «точно в срок», «точно в последовательности», систему канбан, концепцию «milk run», что обеспечило подачу комплектующих на конвейер в такт сборки при минимальных буферных запасах и воплотило синхронизацию работы основного и вспомогательного производства [13, 14]. Однако полный отказ от буферных запасов увеличивает риск сбоя поставок на производство. В связи с этим важно уточнить, что производственно-интегрированная складская система позволяет управлять буферными запасами, а не устранять или минимизировать их.

Подобный подход сегодня реализован в виде системы автоматизации внутризаводской и складской логистики от

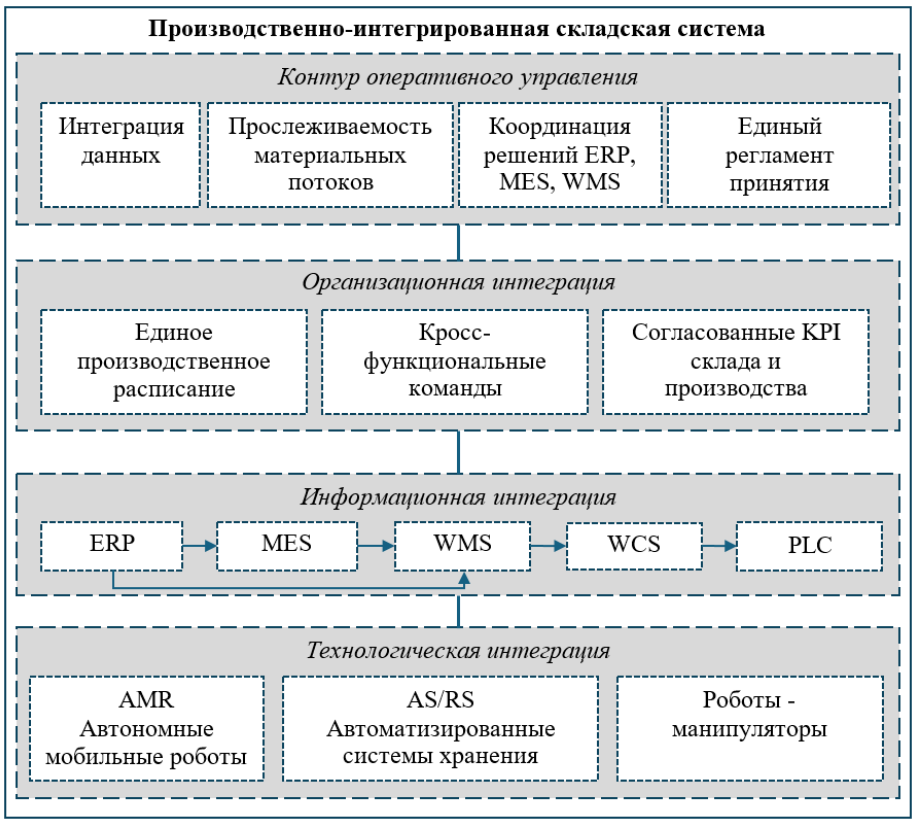


Рис. 2. Архитектура производственно-интегрированной складской системы (построена автором)

Samsung SDS. Данная система автоматизирует управление материальными и информационными потоками, заменяет ручной труд автоматизированными конвейерными, транспортными системами, системами хранения, сортировки и паллетирования [15].

Схематично архитектура производственно-интегрированной складской системы представлена на рис. 2. Ее контур получает информацию о производственной программе от планово-диспетчерского отдела (ERP). Контур оперативного управления представляет собой интеграционный слой, организационная интеграция обеспечивает синхронизацию складских операций с ритмом производства. MES управляет производственными операциями, ведет учет сырья и готовой продукции, обеспечивает прослеживаемость партий, т.е. формирует оперативные задания складу, WMS выполняет эти задания через WCS (Warehouse Control System), которая управляет автоматизированным складским оборудованием через PLC (Programmable Logic Controller, программируемые логические контроллеры) и обеспечивает подачу сырья и материалов в цеха. Технологическая интеграция обеспечивает сопряжение технического оборудования склада с производственным оборудованием на основе единых стандартов идентификации и протоколов обмена данными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, совершенствование организации вспомогательных производственных систем — это комплексный гармоничный подход, охватывающий цифровизацию, роботизацию, автоматизацию, организационную трансформацию и экологизацию процессов на предприятии. Системная реализация перечисленных направлений способна обеспечить повышение эффективности, устойчивости и качества вспомогательных и основных производственных систем.

Производственно-интегрированная складская система — это качественно новый подход к организации вспомогательного производства, который рассматривает складскую подсистему не как автономное звено, а как элемент основного производственного процесса. Она базируется на информационной, организационной и технологической интеграции. Производственно-интегрированная складская система обеспечивает переход от информационной к комплексной организационно-технологической интеграции.

Предложенная архитектура производственно-интегрированной складской системы может быть внедрена на промышленных предприятиях путем последовательного выполнения следующих этапов: диагностика текущего состояния, выявление разрывов между основной и вспомогательной производственными системами, определение приоритетных направлений интеграции, формирование архитектуры производственно-интегрированной складской системы с учетом региональной и отраслевой специфики предприятия, пилотная реализация и оценка эффектов (экономических, технических, экологических, социальных и др.), а также непрерывное совершенствование интеграции.

***Рецензент: Одиноков Сергей Анатольевич,** доктор технических наук, профессор, ФГБУ «Институт стандартизации», ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (НИУ)» Москва, Российская Федерация. E-mail: odinokovs@mail.ru*

Список литературы

1. Цепочка поставок для ТОиР и ее влияние на простои оборудования. URL: https://trim.ru/content/cepochka-postavok-dlya-toir-i-ee-vliyanie-na-prostoi-oborudovaniya?page=2 (дата обращения: 07.09.2026). Текст: электронный.
2. The Five Minutes That Cost a Shift: Rethinking Warehouse Maintenance in 2026. URL: https://www.connixt.com/the-five-minutes-that-cost-a-shift-rethinking-warehouse-maintenance-in-2026/ (дата обращения: 07.09.2026). Текст: электронный.
3. Скрытая стоимость неэффективности склада: как начать считать простои. URL: https://companies.rbc.ru/news/f27C6zN9JF/skryitaya-stoimost-neeffektivnosti-sklada-kak-nachat-schitat-prostoi/#1 (дата обращения: 07.09.2026). Текст: электронный.
4. Щетинина И.В., Амелин С.В., Родионова В.Н. Повышение конкурентоспособности промышленного предприятия на основе формирования «бережливого склада» // Организатор производства. 2019. Т. 27, № 4. С. 79–91. DOI 10.25987/VSTU.2019.40.63.007.

References

1. Tsepochka postavok dlya TOiR i ee vliyanie na prostoi oborudovaniya [Supply chain for maintenance and repair and its impact on equipment downtime]. Available at: https://trim.ru/content/cepochka-postavok-dlya-toir-i-ee-vliyanie-na-prostoi-oborudovaniya?page=2 (accessed: 07.09.2026).
2. The Five Minutes That Cost a Shift: Rethinking Warehouse Maintenance in 2026. Available at: https://www.connixt.com/the-five-minutes-that-cost-a-shift-rethinking-warehouse-maintenance-in-2026/ (accessed: 07.09.2026).
3. Skrytaya stoimost' neeffektivnosti sklada: kak nachat' schitat' prostoi [The hidden cost of warehouse inefficiency: how to start measuring downtime]. Available at: https://companies.rbc.ru/news/f27C6zN9JF/skryitaya-stoimost-neeffektivnosti-sklada-kak-nachat-schitat-prostoi/#1 (accessed: 07.09.2026).
4. Shchetinina, I.V., Amelin, S.V., Rodionova, V.N. Povyshenie konkurentosposobnosti promyshlennogo predpriyatiya na osnove formirovaniya «berezhlivogo sklada» [Improving

5. Монгуш Б.С. Оптимизационные модели организации производственно-транспортно-складских процессов на предприятиях легкой промышленности: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.02.22 / Монгуш Байлак-маа Сергеевна. – Санкт-Петербург, 2021. – 16 с.
6. Mykhei, M., Marasová, D. Jr., Bobinics, B., Marasová, D., Taušová, M., Kudelas, D. Probabilistic Assessment of Downtime-Related Energy-Service Unavailability, Production Loss and Economic Impact in Continuous Material-Handling Systems // Applied Sciences. 2026. No.16 (11). Art. 5697. https://doi.org/10.3390/app16115697
7. Синергия MES и SCM: когда производство и логистика говорят на одном языке. URL: https://logistics360.ru/sinergiya-mes-i-scm-kogda-proizvodstvo-i-logistika-govoryat-na-odnom-yazyke/ (дата обращения: 07.09.2026). Текст: электронный.
8. O'Reilly, S., Kumar, A., Adam, F. The role of hierarchical production planning in food manufacturing SMEs // International Journal of Operations and Production Management. 2015. Vol. 35. No. 10. P. 1362–1385. DOI: 10.1108/IJOPM-04-2014-0157.
9. Рейтинг разработчиков WMS. URL: https://logistics360.ru/directions/wms/ (дата обращения: 07.09.2026). Текст: электронный.
10. Индикаторы цифровой экономики. НИУ ВШЭ. URL: https://www.hse.ru/primarydata/iio/ (дата обращения: 07.09.2026). Текст: электронный.
11. Умный склад: что это такое и как он помогает бизнесу оставаться конкурентоспособным в 2026 году. URL: https://nissa-eng.ru/stati/umnyj-sklad/ (дата обращения: 07.09.2026). Текст: электронный.
12. Tang, Y.-M., Ho, G.T.S., Lau, Y.-Y., Tsui, S.-Y. Integrated Smart Warehouse and Manufacturing Management with Demand Forecasting in Small-Scale Cyclical Industries // Machines. 2022. No.10 (6). Art. 472. https://doi.org/10.3390/machines10060472
13. Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., Uchikawa, S. Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system // The International Journal of Production Research. 1977. Vol. 15, No. 6. P. 553–564.
14. Toyota to Launch Pickup Logistics in Tokai Region. URL: https://global.toyota/en/newsroom/corporate/30632630.html (дата обращения: 07.09.2026). Текст: электронный.
15. How to automate factory and warehouse intralogistics to improve efficiency and productivity. URL: https://www.samsungsds.com/eu/insights/interview-factory-solutions.html (дата обращения: 07.09.2026). Текст: электронный.

the competitiveness of an industrial enterprise based on the formation of a «lean warehouse»]. Organizator proizvodstva. 2019, vol. 27, no. 4, pp. 79–91. DOI 10.25987/VSTU.2019.40.63.007.
5. Mongush, B.S. Optimizatsionnye modeli organizatsii proizvodstvenno-transportno-skladskikh protsessov na predpriyatiyakh legkoy promyshlennosti [Optimization models for organizing production-transport-warehouse processes at light industry enterprises]. Abstract of Cand. Tech. Sci. diss., 05.02.22. St. Petersburg, 2021, 16 p.
6. Mykhei, M., Marasová, D. Jr., Bobinics, B., Marasová, D., Taušová, M., Kudelas, D. Probabilistic Assessment of Downtime-Related Energy-Service Unavailability, Production Loss and Economic Impact in Continuous Material-Handling Systems. Applied Sciences. 2026, vol. 16, no. 11, art. 5697. https://doi.org/10.3390/app16115697.
7. Sinergiya MES i SCM: kogda proizvodstvo i logistika govoryat na odnom yazyke [Synergy of MES and SCM: when production and logistics speak the same language]. Available at: https://logistics360.ru/sinergiya-mes-i-scm-kogda-proizvodstvo-i-logistika-govoryat-na-odnom-yazyke/ (accessed: 07.09.2026).
8. O'Reilly, S., Kumar, A., Adam, F. The role of hierarchical production planning in food manufacturing SMEs. International Journal of Operations and Production Management. 2015, vol. 35, no. 10, pp. 1362–1385. DOI: 10.1108/IJOPM-04-2014-0157.
9. Reyting razrabotchikov WMS [Rating of WMS developers]. Available at: https://logistics360.ru/directions/wms/ (accessed: 07.09.2026).
10. Indikatory tsifrovoy ekonomiki. NIU VShE [Indicators of the digital economy. HSE University]. Available at: https://www.hse.ru/primarydata/iio/ (accessed: 07.09.2026).
11. Umnyy sklad: chto eto takoe i kak on pomogaet biznesu ostavat'sya konkurentosposobnym v 2026 godu [Smart warehouse: what it is and how it helps business remain competitive in 2026]. Available at: https://nissa-eng.ru/stati/umnyj-sklad/ (accessed: 07.09.2026).
12. Tang, Y.-M., Ho, G.T.S., Lau, Y.-Y., Tsui, S.-Y. Integrated Smart Warehouse and Manufacturing Management with Demand Forecasting in Small-Scale Cyclical Industries. Machines. 2022, vol. 10, no. 6, art. 472. https://doi.org/10.3390/machines10060472.
13. Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., Uchikawa, S. Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system. The International Journal of Production Research. 1977, vol. 15, no. 6, pp. 553–564.
14. Toyota to Launch Pickup Logistics in Tokai Region. Available at: https://global.toyota/en/newsroom/corporate/30632630.html (accessed: 07.09.2026).
15. How to automate factory and warehouse intralogistics to improve efficiency and productivity. Available at: https://www.samsungsds.com/eu/insights/interview-factory-solutions.html (accessed: 07.09.2026).