

ІНФОРМАТИКА

УДК 004.42, 658.785, 621.397.42

doi: 10.31498/2225-6733.37.2018.160290

© Пахальчук Е.В.¹, Гулаков С.В.²**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОХРАНЫ СКЛАДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ**

В работе рассмотрены вопросы усовершенствования систем охраны складов за счет разработки и внедрения блоков анализа данных с видеокамер в связке с подсистемой управления складом. На основании обзора имеющихся систем охраны и управления складами выделен ряд основных задач, которые необходимо учесть при разработке системы. Также были выделены специфические задачи, которые стандартные системы охраны не способны решить на сегодняшний день. Предложена интеллектуальная модульная система, отвечающая требованиям, выявленным во время анализа существующих решений, и способная решать ряд специфических задач – динамически изменяемое освещение, фильтрация помех, вносимых погодными условиями, и другие. Сформирован ряд основных модулей, которые необходимы системе для решения поставленных задач, а также разработан модуль принятия решений, который напрямую принимает сигналы от подмодулей и анализирует сложившуюся ситуацию на территории склада. Расписаны алгоритмы поведения системы видеонаблюдения при различных ситуациях. Также встроены дополнительные модули, которые позволяют улучшить качество видеопотока. Модуль корректировки освещения оснащен функцией работы в нескольких световых спектрах – при дневном освещении и инфракрасном. Это позволяет проводить оценку ситуации в условиях отключения стандартного освещения или на складах, яркость освещения которых ограничена. В зависимости от частоты изменения параметров объектов разработаны два алгоритма работы системы. Такой подход дает возможность адаптировать её под разные типы складов и предоставит экономию аппаратных ресурсов за счёт уменьшения количества операций активации основных функций системы. Так как система является модульной, это дает возможность активировать и деактивировать модули, необходимые под конкретный тип склада. Также это позволяет разрабатывать дополнительные модули, требуемые под конкретные задачи. Система имеет возможность управлять внутренними функциями предприятия и самостоятельно ограничивать перемещения по территории, управлять освещением и звуковыми сигналами и т. д.; эти функции можно настроить при развертывании её на конкретном складе.

Ключевые слова: склад, информационная система, видеонаблюдение, анализ данных, интеллектуальная система.

Пахальчук Е.В., Гулаков С.В. Интеллектуальна система охорони складських територій. В роботі розглянуті питання удосконалення систем охорони складів за рахунок розробки та впровадження блоків аналізу даних з відеокамер в зв'язці з підсистемою управління складом. На підставі огляду наявних систем охорони і управління складів виділено ряд основних завдань, які необхідно врахувати при розробці системи. Також були виділені специфічні завдання, які стандартні системи охорони не здатні вирішити на сьогоднішній день. Запропоновано інтелектуальну

¹ ассистент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, pahalchuk_ev@ukr.net

² д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, gulakov_s_v@pstu.edu

модульну системи, що відповідає вимогам, виявленим під час аналізу існуючих рішень, і здатна вирішувати ряд специфічних завдань – динамічно змінюване освітлення, фільтрація перешкод, що вносяться погодними умовами, та інші. Сформовано ряд основних модулів, які необхідні системі для вирішення поставлених завдань, а також розроблений модуль прийняття рішень, який безпосередньо приймає сигнали від підмодулів і аналізує ситуацію, що склалася на території складу. Розписані алгоритми поведінки системи відеоспостереження при різних ситуаціях. Також вбудовано додаткові модулі, які дозволяють поліпшити якість відеопотоку. Модуль коригування освітлення оснащений функцією роботи в декількох світлових спектрах – при денному освітленні та інфрачервоному. Це дозволяє проводити оцінку ситуації в умовах відключення стандартного освітлення або на складах, яскравість освітлення яких обмежена. Залежно від частоти зміни параметрів об'єктів розроблено два алгоритми роботи системи. Такий підхід дає можливість адаптувати її під різні типи складів і надасть економію апаратних ресурсів за рахунок зменшення кількості операцій активації основних функцій системи. Так як система є модульною, це дає можливість активувати і деактивувати модулі, необхідні під конкретний тип складу. Також це дозволяє розробляти додаткові модулі, необхідні для вирішення конкретних завдань. Система має можливість управляти внутрішніми функціями підприємства і самостійно обмежувати переміщення по території, керувати освітленням і звуковими сигналами і т. п.; ці функції можна налаштувати при розгортанні її на конкретному складі.

Ключові слова: склад, інформаційна система, відеоспостереження, аналіз даних, інтелектуальна система.

E.V. Pakhalchuk, S.V. Gulakov. Improvement and expansion of warehouse security systems. The paper considers the improvement of warehouse security systems through the development and implementation of data analysis blocks from video cameras concurrently with a warehouse management subsystem. Based on the review of the existing security and warehouse management systems, a number of key tasks have been identified that must be taken into account when developing the system. Specific tasks that can't still be solved nowadays by means of standard security systems have been identified as well. An intelligent modular system that meets the requirements identified as part of the analysis of the existing solutions and is able to solve a number of specific tasks has been proposed; the tasks being- dynamically changing lighting, filtering of interferences brought by weather changes and others. A number of basic modules have been formed that are necessary for the system to solve the set tasks, and a decision-making module has been developed that directly receives signals from the submodules and analyzes the current situation in the warehouse territory. Algorithms of video surveillance system behavior in various situations have been described. Additional modules that make it possible to improve the quality of the video stream have been built in as well. The lighting adjustment module can function in several light spectra, both in daylight and infrared. This makes it possible to assess the situation in the conditions of switched off standard lighting or in warehouses with limited brightness of lighting. Depending on the frequency of changing the parameters of the objects, two algorithms of the system operation have been developed. This approach makes it possible to adapt the system for different types of warehouses and to save the hardware resources by reducing the number of activation operations for the main functions of the system. Since the system is modular, it makes it possible to activate and deactivate the modules necessary for the specific warehouse. It also allows you to develop additional modules required for specific tasks. The system enables us to control the internal functions of the enterprise and independently to restrict movements within the territory, to control the lighting and sound signals, etc. These functions can be set when the system is deployed in a specific warehouse.

Keywords: warehouse, information system, video surveillance, data analysis, intelligent system.

Постановка проблеми. Склады и логистические парки нуждаются в профессиональной охране, так как они являются местом хранения материальных ценностей, например, сырья, полуфабрикатов, готовой продукции и т. д., стоимость которых может превышать миллионы гривен [1]. Тип продукции, который может храниться на складах, может быть абсолютно разным – сырье, продукты питания, готовая продукция, боеприпасы, химикаты, токсины и др., следовательно, товары, вне зависимости от места их хранения (крытые склады, склады под открытым небом, портовые склады и т. д.), необходимо обезопасить не только от хищений, но и от порчи вследствие несанкционированного доступа посторонних. Необходимо обезопасить территорию склада от проникновения (перемещения) запрещённых объектов или материалов (горючих, взрывчатых и прочих веществ). Поэтому проблема систем охраны складов, от надежности которых зависит сохранность продукции, является актуальной.

Анализ последних исследований и публикаций. С задачей учета хранимой продукции и составления карты расположения справляется автоматизированная складская система [2]. Это аппаратно-программный комплекс, направленный для автоматизации хранения продукции. В основе лежит компьютерное управление подъемно-транспортными средствами, которые реализуют перевозку, складирование и взвешивание продукции внутри склада. Достоинством данной системы является то, что она экономит складские площади и ускоряет складские операции. При использовании данной системы на открытых складах погодные условия накладывают ряд ограничений на функционал.

Для решения задачи приема продукции и её учета существует большое количество систем управления складами [3-5]. Данные системы направлены на обеспечение автоматизации управления бизнес-процессами складской работы. В своём арсенале такие системы имеют различные алгоритмы учета продукции, которые позволяют активно управлять складами, увеличивать товарооборот, следить за сроками хранения и др. Недостатком системы является то, что сама система никак не принимает участия в момент приема товара, а оператор сам заносит данные. Это может привести к некорректному расчету количества товара.

Описанные выше системы не позволяют организовать процесс охраны складских объектов на достаточном уровне и предотвратить проникновение на них посторонних предметов, объектов и лиц, обеспечив тем самым полную сохранность хранимой продукции.

Целью работы является создание интеллектуальной системы охраны и учета продукции на территории складских помещений.

Изложение основного материала. Для большинства складов автоматизированные системы учета хранимой продукции должны решать следующие задачи: фиксирование прибытия и вывоза продукции; выдача разрешений для перемещения по охраняемому объекту людей и транспортных средств; фиксация и запись в архив перемещений по территории; учёт хранимой продукции и составление карты её расположения на территории объекта; отслеживание изменений внешних характеристик продукции (изменение формы и объема при отгрузке или получении нового товара, изменение внешнего вида упаковки вновь привезенной продукции и др.); выдача разрешения на изменение внешних параметров определенной продукции; выдача разрешения на перемещение продукции по территории склада и занесение в базу её нового местоположения.

Отдельно следует отметить, что для складов, находящихся под воздействием погодных условий, например, склады под открытым небом, портовые склады и т. д., необходимо решать ряд дополнительных задач, а именно: динамически изменяемое освещение (день, ночь и т. д.); погодные условия (дождь, снег, листопад, зима-лето и т. д.); фильтр перемещающихся объектов по территории (люди, животные, птицы и т. д.); фиксирование проникновения на территорию не через пункты пропуска (проникновение через ограждение, подкоп, с воздуха и прочее).

Для решения поставленных задач авторами предложена интеллектуальная система охраны складских территорий. Данная система состоит из двух основных блоков:

- видеоанализа;
- подсистема складского учета.

В работе рассмотрен только первый блок, отвечающий за систему видеонаблюдения на территории охраняемого объекта.

Для получения корректного результата камеры системы видеонаблюдения необходимо

разместить по всей охраняемой территории. Основные ресурсы системы направлены на анализ и обработку видеопотока, поступающего с видеокамер.

Задача охраны складских территорий является комплексной и не может быть решена при помощи какого-то определенного алгоритма, поэтому блок видеонаблюдения в предложенной системе состоит из набора модулей, каждый из которых отвечает за определенную задачу. Эти модули способны взаимодействовать между собой посредством передачи сигналов, что позволяет системе быстро адаптироваться под ситуацию. Все эти модули объединены при помощи блока управления, который, в зависимости от ситуации и сигналов, передаваемых модулями, формирует алгоритм дальнейших действий. Это позволяет оперативно реагировать на различные ситуации и активировать необходимые функции – сигнализация, система пожаротушения, включение дополнительного (аварийного) освещения, системы ограничения передвижения, оповещение оператора и прочее.

В системе имеются следующие функциональные модули (далее функции):

- 1) формирование базы данных «эталонных» изображений объекта в различные временные промежутки;
- 2) наблюдение за объектом и фиксация изменения его параметров;
- 3) присвоение уникального идентификатора передвигающимся объектам: транспортным средствам, людям, в том числе персоналу и т. д.;
- 4) обнаружение передвижений по наблюдаемой территории;
- 5) идентификация обнаруженного перемещающегося объекта;
- 6) информирование оператора;
- 7) проверка разрешения на перемещение идентифицированного объекта по территории;
- 8) информирование оператора о несанкционированном доступе или перемещении по территории;
- 9) формирование карты и истории перемещения и действий наблюдаемого объекта по территории.

Рассмотрим более подробно каждую функцию. Функция формирования «эталонного» изображения позволяет хранить в базе данных актуальное изображение фона для сравнения с видеопотоком. Это необходимо для отслеживания динамически изменяемого внешнего вида объекта, который не является существенным – присыпание объекта снегом, намокание, естественное изменение освещения и прочее. С течением времени система обучается на большом количестве поступающей информации, что позволяет уменьшить время на обработку потока.

Функция наблюдения и фиксации изменения параметров объекта позволяет зафиксировать действия, которые несут опасность для охраняемого объекта, и активировать защитные алгоритмы. Так как у данной функции нет жестких правил и ограничений, она способна активировать дополнительные функции для упрощения процесса обнаружения нарушения и минимизации ложного срабатывания. Также она позволяет отсеять те действия, которые не влияют на сохранность и безопасность охраняемого объекта.

Функция присвоения уникального идентификатора передвигающимся объектам назначает уникальные точки при первом попадании объекта в кадр камеры видеонаблюдения. Это дает возможность быстрее идентифицировать объект при повторном попадании в кадр.

Функция обнаружения передвижения по территории позволяет выявить и отследить объект передвижения и передать его функции идентификации. В свою очередь функция идентификации обнаруженного объекта проверяет, есть ли у него метки, присвоенные ранее, попал ли объект в кадр до этого. Если объект удалось идентифицировать, активируется функция проверки выдачи разрешения на допуск перемещения объекта по территории. Если доступ имеется, система просто продолжает следить за объектом и записывать его перемещение в историю при помощи функции формирования истории перемещений. Если доступ на территорию отсутствует или объект не удалось идентифицировать, система задействует функцию оповещения оператора. Данная функция предназначена для того, чтобы информировать оператора путем вывода информации на пульт управления о несанкционированном доступе на охраняемый объект или о нештатных ситуациях, которые система не может обработать.

Помимо основных функций система содержит в себе дополнительные модули, которые позволяют улучшить качество получаемого потока:

– модуль фильтрации помех, вносимых погодными условиями (дождь, снег, листопад и т. д.). Модуль предназначен для устранения шумов, возникающих при проявлении погодных условий, а также для корректировки «эталонного» изображения в момент его частичного перекрытия – объект покрылся снежным покровом, опавшими листьями и т. п.;

– корректировка динамически изменяемого освещения (день, ночь). Этот модуль производит корректировку освещения для минимизации срабатывания ложных оповещений из-за резкого изменения объекта, также модуль способен управлять освещением на объекте для улучшения качества потока данных. Управление освещением позволяет принимать решения в различных непредвиденных ситуациях. Модуль анализирует качество освещенности территории и объекта и, в случае недостаточного уровня для видимого спектра, активирует подсветку при помощи инфракрасного освещения;

– фильтр мелких объектов передвижения (птицы, звери и т. д.). Комплекс алгоритмов, позволяющих производить фильтрацию объектов путем их идентификации по имеющейся базе объектов и отслеживать их динамику перемещения. Это сделано для того, чтобы сформировать различия между живыми и неживыми объектами, замеченными системой.

Основные функции модуля принятия решений направлены на анализ сигналов, передаваемых от второстепенных модулей, и анализ сложившейся ситуации. В модуле присутствуют как жёсткие правила, применяемые при решении стандартных задач (включение освещения в ночное время, оповещение оператора при сохранении новых характеристик объекта и прочие), что экономит время обработки, так и «гибкие» правила. «Гибкие» правила позволяют системе более подробно производить анализ ситуации за счет корректировки входящих сигналов. Это происходит путём подключения дополнительных функций и уточнения результатов анализа видеопотока при помощи корректировочных поправок освещенности конкретного участка, и путем сравнения ситуации в нескольких спектрах освещенности. После этого, в обоих случаях, система формирует решения, которые принимает либо самостоятельно, либо выводит список решений оператору на пульт управления.

Работа системы начинается с формирования «эталонного» изображения и выделения ключевых объектов наблюдения, также происходит первичная оценка ситуации на территории склада. Если всё нормально, система переходит в состояние «покоя». В этом состоянии наблюдение за объектами хранения происходит в «фоновом» режиме и задействуется всего одна функция – наблюдение за объектом. Как только с объектом происходят какие-либо изменения, система фильтрует характер этих изменений (существенные, несущественные, санкционированные, несанкционированные) и активирует необходимые функции под ситуацию, которые активируют модуль принятия решений.

На рисунке видно как система, находясь в состоянии «покоя», производит анализ ситуации. Первым делом происходит получение данных с видеокamer, после чего происходит сравнение ситуации с «эталонным» изображением и анализ изменения ситуации. Если ситуация изменилась по сравнению с предыдущим кадром, происходит идентификация произошедших изменений. Если произошло передвижение по территории, система пытается идентифицировать перемещающийся объект, проверяет наличие разрешений и производит запись в историю. В случае отсутствия разрешения или ошибки идентификации выводится сигнал оператору и производится запись в историю.

Если передвижения не было, то проверяется изменение внешних параметров объектов. Если они не изменились, система получает новые данные с видеокamer и всё начинается заново. Если изменения произошли, проверяется характер изменений и их согласование. Если изменения санкционированы, система ожидает завершения изменений и фиксирует новое состояние объекта. В противном случае система информирует оператора и активирует охранные функции, исходя из ситуации.

В зависимости от частоты изменений параметров объекта (частые – торговые склады, склады готовой продукции и т. д., редкие – склады вооружения, резервные склады и прочие) система работает по двум разным алгоритмам. В первом случае система видеонаблюдения должна постоянно проводить активный анализ ситуации, так как передвижения по территории и изменения происходят часто. Во втором случае постоянный анализ данных не требуется, достаточно проводить его с определенным промежутком времени, например, 5, 10, 15, 30, 60 се-

кунд. Интервал срабатывания устанавливается при развертывании системы на конкретном предприятии. При обнаружении изменений объекта приоритет интервала больше не имеет значения, анализ данных и их запись происходит постоянно, до принятия мер оператором. Данный подход позволяет уменьшить количество ресурсов, затрачиваемых системой на анализ данных.

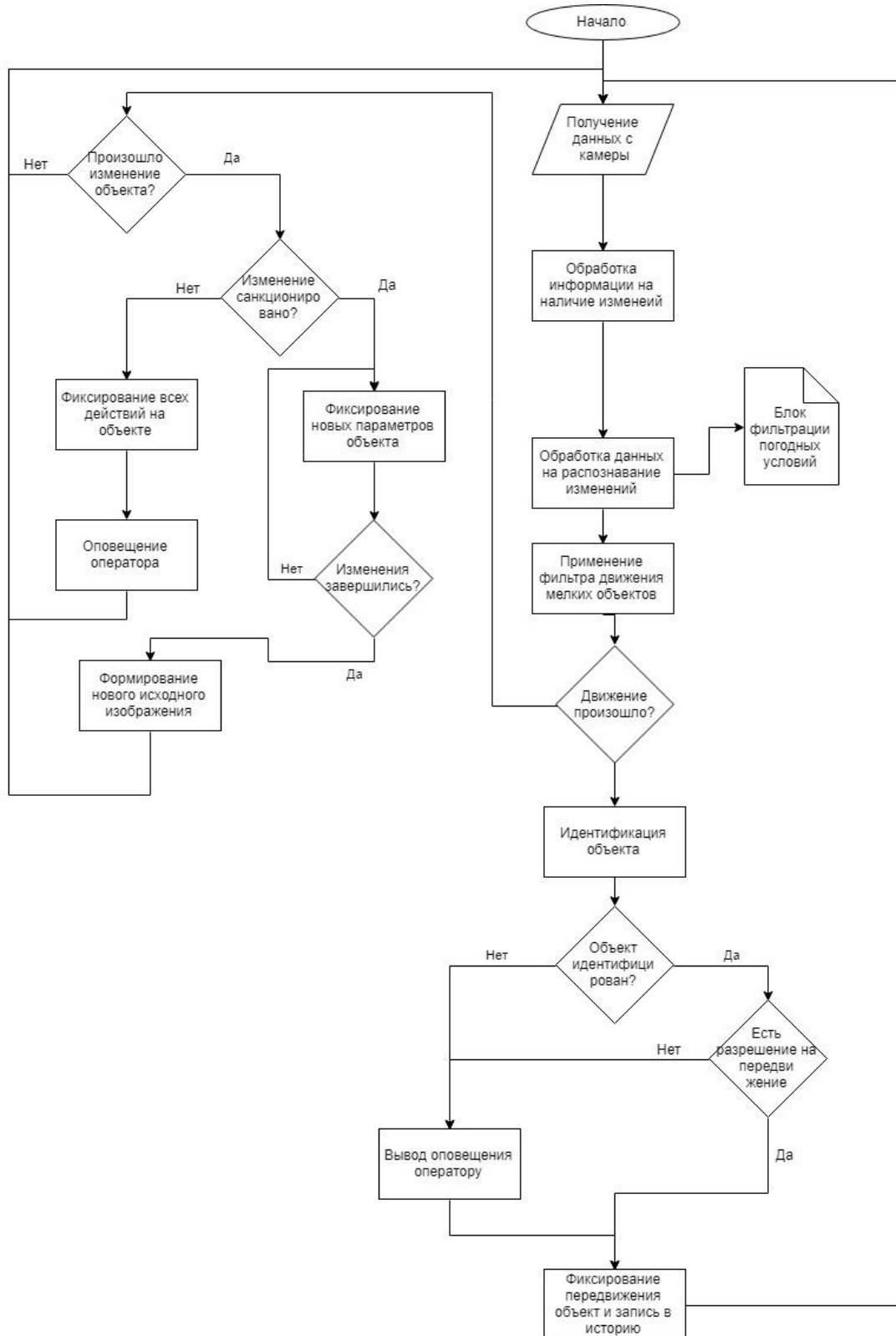


Рисунок – Работа системы в состоянии «покоя»

Благодаря тому, что система состоит из модулей, их можно активировать или отключить; это делает систему более гибкой и позволяет адаптировать её под организацию различного типа охраняемых объектов. Также достоинством системы является то, что при необходимости можно разработать и внедрить требуемый модуль для решения конкретной задачи организации. Например, сформировать модуль для управления боллардами (выдвижными столбами), что позволит системе ограничивать перемещение по территории в случае экстренной ситуации или позволит оператору самостоятельно управлять ими.

Выводы

Предложенная интеллектуальная система охраны складских территорий позволяет решить задачи, связанные с обнаружением передвигающегося объекта; идентификацией передвигающегося объекта; формированием системы пропусков и меток для объекта; применением дополнительных фильтров для улучшения работы системы.

Сформирован блок принятия решений, который способен приспосабливаться к различным условиям складских территорий, обучаться, подстраиваться под сложившуюся ситуацию на складе и принимать решение для активации защитных модулей и/или оповещения оператора.

Разработанная система является модульной, что позволяет оптимизировать её под различные задачи на разных типах охраняемых объектов.

Список использованных источников:

1. Конюхов М.И. Анализ систем складского учета / М.И. Конюхов, Л.А. Каримова // Инновационная наука. – № 10. – 2015. – С. 68-69.
2. Воронин С.И. Система оперативного управления складом / С.И. Воронин // Экономинфо. – № 3. – 2017. – С. 79-83.
3. Гунина И.А. Особенности механизма корректировки планов в системе планирования на промышленном предприятии / И.А. Гунина, С.Н. Кононенко // Экономинфо. – № 21. – 2014. – С. 33-35.
4. Толебаева А.Х. Совершенствование оперативного планирования перевозок собственных грузов предприятий мелкими отправками в городах / А.Х. Толебаева, Е.Е. Витвицкий // Вестник СибАДИ. – №1 (15). – 2018. – С. 77-87.
5. Андрианов А.Ю. Использование логистических подходов в управлении складом временного хранения / А.Ю. Андрианов, О.М. Киселева // Вестник университета. – № 1. – 2016. – С. 52-55.

References:

1. Konyuhov M.I, Karimova L.A. Analiz system skladsckogo ucheta [Analysis of warehouse accounting systems]. *Innovacionnaya nauka – Innovative science*, 2015, no. 10, pp. 68-69. (Rus.)
2. Voronin S.I. Sistema operativnogoupravleniya skladom [Warehouse management system]. *Ekonominfo – Econominfo*. 2017, no. 3, pp. 79-83. (Rus.)
3. Gunina I.A., Kononenko S.N. Osobennosti mekhanizma korrekcirovki planov v sisteme planirovaniya na promyshlennom predpriyatii [Features of the mechanism for adjusting plans in the planning system at an industrial enterprise]. *Ekonominfo – Econominfo*, 2014, no. 21, pp. 33-35. (Rus.)
4. Tolebaeva A.H., Vitvickij E.E. Sovershenstvovanie operativnogo planirovaniya perevozok sobstvennyh gruzov predpriyatij melkimi otpravkami v gorodah [Improving the operational planning of the transportation of own cargo of enterprises by small shipments in cities]. *Vestnik SibADI – The Russian Automobile and Highway Industry Journal*, 2018, no. 1 (15), pp. 77-87. (Rus.)
5. Andrianov A.Yu., Kiseleva O.M. Ispol'zovanie logisticheskikh podhodov v upravlenii skladom vremennogo hraneniya [Using logistic approaches in managing a temporary storage warehouse]. *Vestnik Universiteta*, 2016, no. 1, pp. 52-55. (Rus.)

Рецензент: Д.С. Міроненко
канд. техн. наук., доц., ДВНЗ «ПДТУ»

Статья поступила 30.07.2018