

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

УДК 004.42:658.7

На правах рукописи

ГОЛУНОВА
Виктория Макаровна

**МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ WMS-СКЛАДОМ
С РОБОТИЗИРОВАННЫМ ТОВАРООБРАЩЕНИЕМ
В ERP СИСТЕМЕ MS DYNAMICS AX**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание степени
магистра

по специальности 1-39 80 03 Электронные системы и технологии
(профилизация «Компьютерные технологии проектирования электронных
систем»)

Минск 2021

Работа выполнена на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель: **ШАТАЛОВА Виктория Викторовна**,
кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензент: **ГОЛУБОВА Ольга Сергеевна**,
кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой «Экономика, организация строительства и управления недвижимостью» Белорусского национального технического университета

Защита диссертации состоится «24» июня 2021 г. года в 9⁰⁰ часов на заседании Государственной экзаменационной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, Минск, ул. П.Бровки, 6, копр. 1, ауд. 415, тел. 293-20-80, E-mail: kafpiks@bsuir.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании складов предприятий необходимы прогрессивные методы организации управления – современные *IT*-технологии, ориентированные на четкое планирование и координацию компонентов всех процессов (приемка, обработка, размещение, хранение, комплектация, отгрузка), контроль и управление деятельностью работников с минимальными затратами. Организация складского хозяйства, построенная на рациональном использовании площадей, приносит максимальный эффект.

Повышение требований современного бизнеса к уровню логистического сервиса, в рамках общей задачи максимального удовлетворения конечного потребителя, ставит вопрос о необходимости модернизации логистических технологий и автоматизации склада. Многие из отечественных и зарубежных авторов обращали внимание на актуальность данной проблемы, среди них стоит отметить Эмметта С., Тарана С. А., Шрайбфедера Дж., Волгина В. В..

Внедрение автоматизированных процессов современными предприятиями позволяет получить большое конкурентное преимущество перед другими компаниями в связи со значительной экономией финансовых и других издержек на хранение, распределение и транспортировку материальных потоков. Для успешной реализации логистической деятельности компании необходимо грамотное планирование и распределение ресурсов на каждом этапе логистической цепочки.

Внедрение системы управления складом – решение, позволяющее выстроить максимально эффективную организацию процессов учета, контроля и управления, исключить количество ошибочных операций, уменьшить действие человеческого фактора. Базовая функциональность *WMS* предусматривает поддержку документооборота, охватывающего прием, отпуск товара, инвентаризацию остатков и отчеты о товародвижении.

Все большую популярность получает приобретение интегрированных решений для роботизации склада. Роботы позволяют обеспечить безотказную работу в течение длительного времени, что приводит к значительному увеличению производительности.

Идея написания магистерской диссертации базируется на вышеупомянутых возможностях и преимуществах автоматизации и роботизации складских процессов. Результатом выполнения диссертации будет являться модуль группового управления перемещениями роботов и (или) работников *WMS*-склада с функцией оптимального отбора продукции из зон хранения для последующего уменьшения затрат ресурсов.

Автор выражает благодарность Шаталовой В.В. – научному руководителю, кандидату технических наук, доценту кафедры ПИКС, а также Поляковскому В.В. – магистру технических наук, старшему преподавателю кафедры ПИКС за квалифицированную помощь и консультации во время подготовки магистерской диссертации.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Внедрение современными предприятиями систем, автоматизирующих бизнес-процессы, позволяет получить большое конкурентное преимущество перед другими компаниями в связи со значительной экономией финансовых и других издержек на хранение, распределение и транспортировку материальных потоков. В настоящее время все больше компаний занимаются автоматизацией и компьютеризацией всех производственных и распределительных операций. Все большую популярность получает приобретение интегрированных решений для роботизации склада.

В связи с вышесказанным, актуальной является разработка модуля управления *WMS*-складом с роботизированным товарооборотом в *ERP* системе *MS Dynamics AX*.

Степень разработанности проблемы

Повышение требований современного бизнеса к уровню логистического сервиса, в рамках общей задачи максимального удовлетворения конечного потребителя, ставит вопрос о необходимости модернизации логистических технологий и автоматизации склада. Многие из отечественных и зарубежных авторов обращали внимание на актуальность данной проблемы, среди них стоит отметить Эмметта С., Тарана С.А., Шрайбфедера Дж., Волгина В.В..

Существенным недостатком исследований, представленных в современной технической литературе, является отсутствие прикладных решений по оптимизации модулей, которые предлагаются *ERP* системами, для повышения эффективности складских процессов.

В исследованиях предполагается выбор существующего продукта в соответствии с нуждами предприятия, его настройка и поддержка. Сами же алгоритмы, лежащие в основе предлагаемых *WMS* решений, остаются за рамками работ. Представленное диссертационное исследование направлено на разработку прикладного решения, позволяющего оптимизировать алгоритмы модуля управления складом *ERP* системы *Microsoft Dynamics AX*.

Цель и задачи исследования

Целью диссертации является уменьшение затрат ресурсов посредством внедрения модуля группового управления перемещениями роботов и (или) работников *WMS*-склада с функцией оптимального отбора продукции из зон хранения.

Для достижения поставленной цели диссертации необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать основные понятия и возможности стандартного модуля управления складом *ERP* системы *Microsoft Dynamics AX*;
- разработать математическую модель формирования маршрутов движения продукции;
- реализовать алгоритмы, оптимизирующие модуль управления складом в *ERP* системе *Microsoft Dynamics AX*.

Область исследования

Содержание диссертации соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) ОСВО 1-39 80 03-2019 специальности 1-39 80 03 Электронные системы и технологии (профилизация «Компьютерные технологии проектирования электронных систем»).

Теоретическая и методологическая основа исследования

В основу диссертации легли работы белорусских и зарубежных ученых в области методов оптимизации складских процессов в эффективном управлении предприятием, автоматизации и роботизации складов с применением *WMS* систем, а также анализ технических нормативных правовых актов по рассматриваемой тематике.

Информационная база исследования сформирована на основе литературных источников, открытой информации, технических нормативно-правовых актов, сведений из электронных ресурсов, а также материалов научных конференций и семинаров.

Научная новизна

Научная новизна исследования заключается в обосновании целесообразности изменений стандартного модуля управления складом в *ERP* системе *Microsoft Dynamics AX*, разработке эффективных алгоритмов отборки продукции со склада.

Теоретическая значимость работы заключается в разработанной математической модели формирования маршрутов движения продукции и

предлагаемых алгоритмах, решающих задачу отгрузки продукции в *ERP* системе *Microsoft Dynamics AX*.

Практическая значимость состоит в реальной возможности внедрения разработанных алгоритмов в *WMS* модуль любого предприятия, использующего *ERP* системы *Microsoft Dynamics AX*, для последующего сокращения затрат ресурсов (в первую очередь трудовых и временных).

Разработанный модуль управления складом может стать основой при переходе предприятия к роботизированному товарообороту.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Систематизация решений в области складской логистики с роботизированным товарооборотом, основанная на обзоре литературных источников и их формализации, позволившая определить перечень задач модуля автоматизации склада.

2. Алгоритм определения зон и ячеек отобранных зон для отгрузки продукции, основанный на использовании разработанной математической модели формирования маршрутов движения продукции в пределах склада, позволяющий оптимизировать стандартные алгоритмы *ERP* системы *MS Dynamics AX*.

3. Методические рекомендации по применению модуля управления складом, основанные на использовании разработанных алгоритмов, позволяющие сократить влияние человеческого фактора при формировании маршрутов отборки и осуществить переход к роботизированному товарообороту.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Результаты исследований, вошедшие в диссертацию, докладывались и обсуждались на XXV Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов (г. Рязань, Российская Федерация, 2020 год), 57-ой научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (г. Минск, Беларусь, 2021 год), VI международной научно-практической конференции *BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA* и анализ высокого уровня (г. Минск, Республика Беларусь, 2020 год).

Отдельные положения диссертации могут быть использованы в *WMS* модуле любого предприятия, использующего *ERP* системы *Microsoft Dynamics AX*, для последующего сокращения затрат ресурсов, а также стать основой при переходе предприятия к роботизированному товарообороту.

Публикации

Изложенные в диссертации основные положения и выводы опубликованы в 9 печатных работах. В их числе одна статья в рецензируемом журнале, рекомендованном ВАК Республики Беларусь для опубликования результатов исследований, две статьи в сборниках материалов научных конференций и 6 тезисов докладов на научных конференциях.

Общий объем публикаций по теме диссертации составляет 28 страниц.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав с краткими выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка и приложений.

В первой главе приведен анализ существующих решений в области складской логистики с роботизированным товарооборотом, выявлен ряд проблем, присущих модулю управления складом *Microsoft Dynamics AX*.

Во второй главе описана математическая модель формирования маршрутов движения продукции в пределах склада, приведены алгоритмы процесса отгрузки.

В третьей главе была разработана модуль управления складом, оптимизирующий стандартное решение *Microsoft Dynamics AX*.

В приложении представлены отчет из системы антиплагиат, блок-схемы алгоритмов отгрузки продукции со склада, копии публикаций автора, графический материал и акт внедрения.

Работа состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка и 5 приложений. Общий объем диссертации – 110 страниц. Работа содержит 46 рисунков. Библиографический список включает 51 наименование. Список публикаций включает 9 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрено современное состояние проблемы автоматизации и роботизации склада, указаны основные направления исследований, проводимых по данной тематике, а также описано обоснование актуальности темы.

В общей характеристике работы показана актуальность выполняемой работы, степень разработанности проблемы, сформулированы цель и задачи

диссертации, обозначена область исследований, научная (теоретическая и практическая) значимость исследований.

В первой главе проведен анализ предметной области, в ходе которого рассмотрены основные зоны, выделяемые на складах, а также описаны возможности модуля управления складом. Выполнен обзор существующих решений в области складской логистики с роботизированным товарооборотом.

После подробно проанализированы стандартные алгоритмы в *ERP* системе *MS Dynamics AX*. Для этого процесс отгрузки продукции со склада был разделен на два этапа: определение зоны(зон), в рамках которых будут производиться работы; определение ячеек отобранных зон.

Детальное описание этапов отборки с приведением блок-схемы алгоритмов позволило корректно поставить задачи разрабатываемого модуля: ввод учета положения работников и ячеек в пространстве; обеспечение динамической настройки директив, учитывающей топологию склада; оптимизация алгоритмов выбора зон для отборки продукции за счет учета положения работника и зоны отгрузки; оптимизация алгоритмов выбора ячеек зон посредством анализа взаимного расположения ячеек и количества продукции в них.

Во второй главе представлена разработанная математическая модель формирования маршрутов движения продукции.

Геометрическая модель склада на плоскости представлена на рисунке 1.

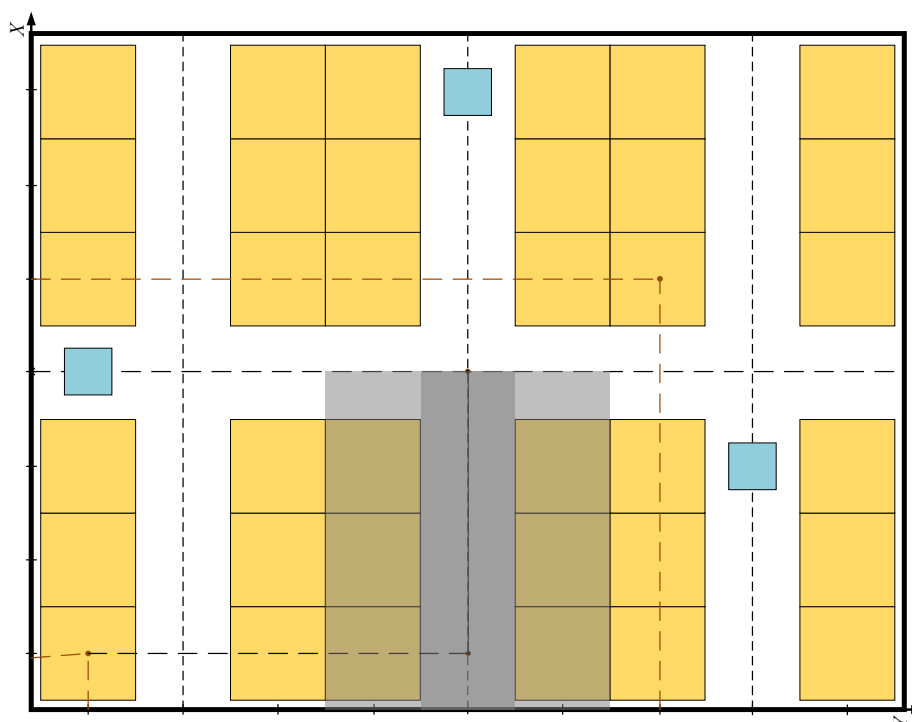


Рисунок 1 – Геометрическая модель склада на плоскости

Разработанная модель включает в себя следующие объекты: ячейки (квадрат оранжевого цвета); работники склада (в случае роботизированного склада – роботы; квадрат голубого цвета); проходы (прямоугольник темно-серого цвета); зоны (прямоугольник светло-серого цвета).

Стандартная модель склада не предполагает привязки к физическому расположению ячеек в пространстве, что не позволяет рассчитать перемещение, требуемое для выполнения некоторой работы в пределах склада. Для этого в разрабатываемой модели введена система координат. Тогда каждую ячейку на плоскости можно задать в виде точки, а проход достаточно задать его двумя точками на плоскости: точкой начала и точкой окончания, которая лежит на основном транспортном проезде.

В общем случае перемещение работника по складу до конкретной ячейки можно задать следующей формулой:

$$S = |x_{я} - x_{р}| + |y_{я} - y_{р}| + |z_{я} - z_{р}|, \quad (1)$$

где $x_{я}$; $y_{я}$; $z_{я}$ – координаты X , Y , Z точки, задающей ячейку в пространстве соответственно;

$x_{р}$; $y_{р}$; $z_{р}$ – координаты X , Y , Z работника соответственно.

Также важно понимать, что перемещение вдоль различных осей может иметь разную трудоемкость. Для учета этих особенностей в модель перемещения введены коэффициенты трудоемкости.

В случае нестандартной планировки склада описанная ранее формула не может быть использована. Вычислить расстояние между ячейками хранения в таком случае поможет алгоритм волновой трассировки.

Далее был предложен алгоритм, решающий задачу определения зон для отгрузки продукции. Перемещение работника можно задать формулой:

$$S = \sum_{i=1}^n (S_{мзи} + S_{зи}) + S_{отгр}, \quad (2)$$

где n – количество зон, из которых осуществляется отгрузка;

$S_{мзи}$ – перемещение между $(i-1)$ -й и i -той зонами (для первой зоны – перемещение от начального положения работника до первой зоны);

$S_{зи}$ – перемещение в i -той зоне (описано далее, на данном этапе представляется как черный ящик);

$S_{отгр}$ – перемещение от последней n -ной зоны до зоны отгрузки.

В случае, когда несколько зон полностью покрывают потребность,

выбирается та, что будет расположена ближе к работнику и месту отгрузки. Иначе выбор осуществляется следующим образом: с учетом текущего расположения работника определяется зона, точка входа в которую расположена наиболее близко к работнику, из данной зоны отгружается максимально возможное (или необходимое для последней зоны) количество продукции, далее местоположение работника определяется точкой входа в зону.

После был описан алгоритм определения ячеек отобранных зон. Первый этап разработанного алгоритма аналогичен стандартной реализации. Далее возможно применение стратегий оптимизации отборки по осям.

В третьей главе представлено обоснование выбора технологий реализации системы. В частности, описаны основные особенности ведения разработки в *ERP* системе *MS Dynamics AX*.

Для внедрения модели помощью методологии *IDEF1.X* была разработана и описана схема части базы данных, которая представлена на рисунке 2. Данная схема включает основные сущности, в рамках которых велась разработка.

После был детально описан процесс отгрузки продукции с точки зрения интерфейса *ERP* системы *MS Dynamics AX*. В том числе приведен пример создания и выполнения работ по отборке продукции. Ячейки работы определяются с использованием внедренных алгоритмов. Их использование позволит сократить затраты временных ресурсов на выполнение одного заказа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. В результате обзора существующих решений в области складской логистики с роботизированным товарообращением, а также анализа алгоритмов отгрузки *ERP* системы *Microsoft Dynamics AX* были выявлены способы оптимизации стандартного решения [2, 8].

2. Разработана математическая модель движения продукции в пределах склада, которая включает геометрическую модель склада на плоскости, модель перемещения работника по территории склада в пространстве и модель определения расстояния между ячейками в случае нестандартной планировки склада [1, 4, 5].

3. Разработаны и внедрены алгоритмы, решающие задачу определения зоны отгрузки, а также ячеек отобранной зоны [3, 6, 7, 9].



Рисунок 2 – Схема базы данных

Рекомендации по практическому использованию результатов

Результаты внедрены в учебный процесс на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» в учебный курс «Прикладные системы обработки данных».

Результаты работы использованы на ООО «АйСиЭс Бел» при оптимизации WMS модуля ERP системы *Microsoft Dynamics AX* посредством внедрения модуля группового управления перемещениями роботов и (или) работников с функцией оптимального отбора продукции из зон хранения.

Разработанные алгоритмы отгрузки продукции могут быть внедрены в WMS модуль любого предприятия, использующего ERP системы *Microsoft Dynamics AX*, для последующего сокращения затрат.

Разработанный модуль управления складом может стать основой при переходе предприятия к роботизированному товарообороту, что возможно благодаря исключению человеческого фактора при формировании маршрутов отборки продукции и введению учета положения объектов склада.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи в рецензируемых журналах

1. Поляковский, В.В. Алгоритмы группового управления промышленными роботами на автоматизированном складе / В.В. Поляковский, М.Н. Лахвич, В.М. Голунова, О.В. Хмель // Теоретическая и прикладная механика: международный научно-технический сборник / Белорусский национальный технический университет; редкол.: А.В. Чигарев [и др]. – Минск, 2019. – №34. – С. 232–236.

Статьи в сборниках материалов научных конференций

2. Хмель, О.В. Методы оценки и анализа эффективности логистических процессов с применением VI-технологий / О.В. Хмель, В.М. Голунова, В.О. Жиров, В.В. Поляковский // *BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA* и анализ высокого уровня: сборник материалов VI международной научно-практической конференции, Республика Беларусь, Минск, 20–21 мая 2020 года; редкол.: В.А. Богуш [и др.]. – Минск, 2020. – Ч.3. – С. 19–24.

3. Жиров, В.О. Модуль управления роботизированным производственным комплексом в ERP-системе *MS Dynamics AX* / В.О. Жиров, В.М. Голунова, О.В. Хмель, В.В. Поляковский // *BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA* и анализ высокого уровня: сборник материалов VI международной научно-практической конференции, Республика Беларусь, Минск, 20–21 мая 2020 года; редкол.: В.А. Богуш [и др.]. – Минск, 2020. – Ч.3. – С. 63–67.

Тезисы конференций

4. Голунова, В.М. Модуль управления *WMS* роботизированным складом / В.М. Голунова // Электронные системы и технологии: 55-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов: сборник тезисов докладов / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2019. – С. 454–455.

5. Голунова, В.М. Модуль управления *WMS*-складом с роботизированным товарооборотом в *ERP*-системе *Dynamics AX* / В.М. Голунова // Сборник научных работ студентов Республики Беларусь «НИРС 2019»; редкол. : И.А. Старовойтова [и др.]. — Минск, 2020. – С. 85–86.

6. Хмель, О.В. Интегрированное мобильное приложение *Power APPS* для управление грузопотоками в *ERP*-системе *Microsoft Dynamics AX* / О.В. Хмель, В.М. Голунова, В.О. Жиров // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXV Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань 18–20 ноября 2020 г. / Министерство науки и высшего образования РФ; Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина. – Рязань, 2020 – С. 277.

7. Голунова, В.М. Автоматизация процессов управления складом в *ERP*-системе *Microsoft Dynamics Ax* посредством *Microsoft Power Automate* / В.М. Голунова, О.В. Хмель, В.О. Жиров // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXV Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань 18–20 ноября 2020 г. / Министерство науки и высшего образования РФ; Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина. – Рязань, 2020 – С. 278–279.

8. Хмель, О.В. Анализ транспортной логистики с помощью системы *Power-BI* / О.В. Хмель, В.М. Голунова, В.О. Жиров // Электронные системы и технологии: сборник материалов научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 19–23 апреля 2021 г.: сборник тезисов докладов / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2021. – С. 468–469.

9. Жиров, В.О. Конфигуратор продукции в *Microsoft Dynamics AX* / В.О. Жиров, О.В. Хмель, В.М. Голунова // Электронные системы и технологии: сборник материалов научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 19–23 апреля 2021 г.: сборник тезисов докладов / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2021. – С. 470–472.

РЭЗІЮМЭ

Галунова Вікторыя Макараўна

Модуль кіравання WMS-складам з рабатызаваным таваразваротам у ERP сістэме MS Dynamics AX

Ключавыя словы: сістэма кіравання складам, ERP сістэма, MS Dynamics AX, складскія робаты, алгарытмізацыі.

Мэта працы: памяншэнне выдаткаў рэсурсаў шляхам укаранення модуля групавога кіравання перасоўваннямі робатаў і (або) работнікаў WMS-склада з функцыяй аптымальнага адбору прадукцыі з зон захоўвання.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: былі выяўлены спосабы аптымізацыі стандартных алгарытмаў адгрузкі ERP сістэмы Microsoft Dynamics AX. Распрацавана матэматычная мадэль руху прадукцыі ў межах склада. Распрацаваны і ўкаранены алгарытмы, вырашальныя задачу адборкі прадукцыі.

Ступень выкарыстання: вынікі ўкаранены ў навучальны працэс на кафедры Праект-равання інфармацыйна-камп'ютэрных сістэм ўстанова адукацыі «Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт інфарматыкі і радыоэлектронікі» у навучальны курс «Прыкладныя сістэмы апрацоўкі дадзеных».

Вынікі працы выкарыстоўваліся на ТАА «АйСиЭс Бел» пры пабудове рашэнні групавога кіравання перасоўваннямі робатаў і (або) работнікаў з функцыяй аптымальнага адбору прадукцыі з зон захоўвання на базе WMS-модуля ERP сістэмы Dynamics AX.

Распрацаваныя алгарытмы адгрузкі прадукцыі могуць быць укаранены ў WMS модуль любога прадпрыемства, якое выкарыстоўвае ERP сістэму Microsoft Dynamics AX.

Распрацаваны модуль кіравання складам можа стаць асновай пры пераходзе прадпрыемства да рабатызаванага таваразвароту.

Вобласць ужывання: кіраванне складам прадпрыемства любой накіраванасці.

РЕЗЮМЕ

Голунова Виктория Макаровна

Модуль управления WMS-складом с роботизированным товарооборотом в ERP системе MS Dynamics AX

Ключевые слова: система управления складом, ERP система, MS Dynamics AX, складские роботы, алгоритмизация.

Цель работы: уменьшение затрат ресурсов посредством внедрения модуля группового управления перемещениями роботов и (или) работников WMS-склада с функцией оптимального отбора продукции из зон хранения.

Полученные результаты и их новизна: были выявлены способы оптимизации стандартных алгоритмов отгрузки ERP системы Microsoft Dynamics AX. Разработана математическая модель движения продукции в пределах склада. Разработаны и внедрены алгоритмы, решающие задачу отборки продукции.

Степень использования: результаты внедрены в учебный процесс на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» в учебный курс «Прикладные системы обработки данных».

Результаты работы использованы на ООО «АйСиЭс Бел» при построении решения группового управления перемещениями роботов и (или) работников с функцией оптимального отбора продукции из зон хранения на базе WMS-модуля ERP системы Dynamics AX.

Разработанные алгоритмы отгрузки продукции могут быть внедрены в WMS модуль любого предприятия, использующего ERP систему Microsoft Dynamics AX.

Разработанный модуль управления складом может стать основой при переходе предприятия к роботизированному товарообороту.

Область применения: управление складом предприятия любой направленности.

SUMMARY

Halunova Victoria Makarovna

Warehouse management module with robotic commodity in ERP system MS Dynamics AX

Keywords: warehouse management system, ERP system, MS Dynamics AX, warehouse robots, algorithmization.

The object of study: reducing the cost of resources by introducing a module for group control of the warehouse robots and (or) workers movements with the function of products optimal selection from storage areas.

The results and novelty: methods of standard algorithms optimization for shipment in ERP system Microsoft Dynamics AX were identified. A mathematical model of the products movement within the warehouse has been developed. Algorithms have been developed and implemented to solve the problem of product selection.

Degree of use: the results were introduced into the educational process at the department of designing information and computer systems of the educational institution "Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics" in the training course "Applied data processing systems".

The results of the work were used at ICS Bel LLC when building a solution for group control of robots and (or) workers movements with the function of optimal products selection from storage areas based on the WMS module of the MS Dynamics AX.

The developed algorithms for product shipment can be implemented in the WMS module of any enterprise using the ERP system Microsoft Dynamics AX.

The developed warehouse management module can become the basis for the enterprise's transition to robotic circulation.

Sphere of application: warehouse management of any type of enterprise.