

СИСТЕМА ДИНАМИЧЕСКОГО ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКЛАДСКИХ РЕСУРСОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В. Ю. Плоский, Т. Б. Чистякова

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет),
Санкт-Петербург, Российская Федерация*

В решении проблемы перераспределения складских ресурсов при работе в условиях виртуальной организации или при изменениях логистической структуры предприятия рассматривается двухстадийная модель предоставления складских ресурсов в общий доступ участникам виртуального предприятия. Разработана автоматизированная система управления перераспределением ресурсов для стадии отключения от виртуального предприятия или при закрытии собственных складов. Проведено описание объекта управления – распределенной складской системы промышленного предприятия, специализирующейся на выпуске листового металла. Разработано формализованное описание технологического процесса производства холоднокатаного проката, включающее этапы хранения запасов. Поставлена задача управления распределением ресурсов, спроектирована функциональная структура программного комплекса. Представлены информационное, математическое и алгоритмическое обеспечение для решения задачи перераспределения ресурсов. Архитектура информационного обеспечения включает базу данных, содержащую нормативно-справочную информацию и документооборот предприятия. Информация базы данных используется алгоритмическим обеспечением четырех функциональных модулей: управления нормативно-справочной информацией, управления поступлением и реализацией, управления складскими перемещениями, управления многооборотной тарой. Результат работы представлен системой динамического перераспределения складских ресурсов, реализованной на платформе «1С: Предприятие» и позволяющей решать задачи оперативного перемещения материальных ресурсов между складами предприятия, в том числе в условиях функционирования виртуального предприятия. Сформированы абсолютные и относительные критерии распределения. В первую группу отнесены абсолютные критерии: объем, количество, сумма, вес. Вторую группу составляют относительные критерии распределения: количество/объем, сумма/объем, вес/объем. Тестирование системы на примере критериев из каждой группы показало работоспособность всех видов обеспечения на примере складского комплекса предприятия, производящего металлопрокат. Гибкая настраиваемая структура системы позволяет расширить применение предложенного алгоритмического обеспечения на другие виды ресурсов.

Ключевые слова: распределение ресурсов, виртуальное предприятие, критерий распределения, ликвидация складов, заказы перемещения, «1С: Предприятие», производство металлопроката.

Для цитирования: Плоский В. Ю., Чистякова Т. Б. Система динамического перераспределения складских ресурсов промышленного предприятия // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2020. № 4. С. 18–28. DOI: 10.24143/2072-9502-2020-4-18-28.

Введение

Широкое распространение интеграционных технологий, развитие средства сотрудничества и коммуникаций участников производства обеспечивают фундамент построения виртуальных предприятий (ВП), использующих временно объединенные технологические и другие виды ресурсов автономных предприятий для выполнения проекта или отдельного заказа. Временный (периодический) характер сотрудничества позволяет говорить о необходимости информационной поддержки динамических организационных структур и переменных логистических цепочек. Само понятие структуры как системы устойчивых связей между объектами сохраняется только в части обмена информацией о производственных возможностях, становится размытой граница между внешней и внутренней средой предприятия, точнее, она переформируется для каждого заказа. Системы управления распределенными складами, построенные с учетом адаптации логистической структуры под конкретный заказ, обеспечивают максимально полное ис-

пользование ресурсной базы партнерской среды предприятия [1]. Это позволяет всем участникам минимизировать запасы незавершенного производства, сократить длительность производственного цикла, уменьшить потребность в складских и производственных площадях. Увеличение маневренности производства ВП в части организации оперативной доставки материалов и полуфабрикатов к местам потребления основано на интеграции логистических процессов и обеспечении управленческого персонала информацией о запасах ресурсов сети временно объединенных географически распределенных производственных площадок [2, 3]. Процедуры управления складскими запасами в условиях производственной кооперации должны поддерживать адаптацию системы целей и показателей системы в условиях трансформации деятельности предприятия или бизнес-системы, в которой оно функционирует [4]. Для решения задачи рационального использования ресурсов ВП предлагается автоматизированная система динамического перераспределения ресурсов.

Постановка задачи управления складами виртуального предприятия

Схема формирования складской подсистемы ВП показана на рис. 1.

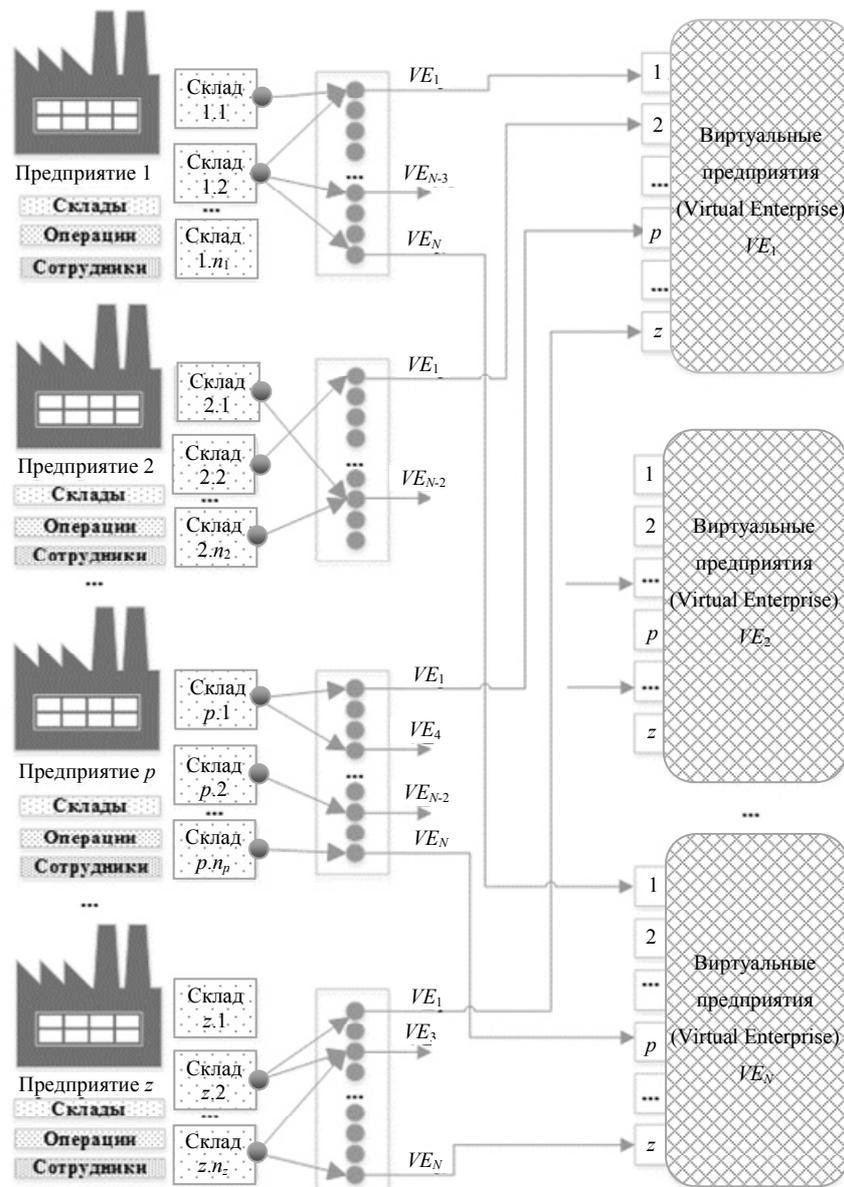


Рис. 1. Распределенная логистическая структура виртуального предприятия

Каждое автономное предприятие, когда становится частью некоторого функционирующего ВП, предоставляет ему часть своих ресурсов (стадия подключения). Количество подключе-

ний ограничено производственными мощностями конкретного предприятия. При этом предприятия-агенты, включенные в сеть одного ВП, становятся частью внутренней среды друг для друга в рамках проекта или заказа в объеме предоставленных ресурсов.

Перед тем как автономное предприятие остановит предоставление ресурсов в общий доступ ВП (стадия отключения), должны быть возвращены или перераспределены запасы сырья, материалов, полуфабрикатов и готовой продукции на склады предприятия-владельца (или склады других ВП, в которых данное предприятие продолжает участвовать) в соответствии с некоторым правилом распределения. Информационное описание системы управления распределенными складами (СУРС) для стадии отключения представлено на рис. 2, где X – входные переменные: $R = \{R_1, R_2, \dots, R_m\}$ – ресурсное обеспечение ВП (m – количество видов ресурсов); $R_i = R_i(T_i, A_i, C_i, RP_i)$ – ресурс любого вида (*resource*), где $T_i = \{\text{Material, Technology, Finance, Personal, Warehouse, UserDefined}\}$ – тип ресурса (*type*); A_i – количество ресурса (*amount*); C_i – стоимость ресурса (*cost*); RP_i – вид обеспечения (*replenishment*); $RP = \{\text{производство, закупка, перемещение}\}$; $L = \{L_1, L_2, \dots, L_n\}$ – система хранения ресурсов (склады) (n – количество доступных складов с учетом складов ВП); $L_j = L_j(V_j, S_j)$ – место хранения ресурсов (*location*), где V_j – емкость склада (*volume*); $S_j = \{\text{открыт, закрыт}\}$ – состояние склада (*state*); $A = (a_{ij})_{n \times m}$ – матрица привязки ресурсов к местам хранения; I – множество операций поступления (*input*); O – множество операций отгрузки (*output*); RTN – множество документов возврата (*return*); RLC – множество операций перемещения (*relocation*); Q – варьируемые параметры: $K = \{\{\text{абсолютные}\}, \{\text{относительные}\}, \{\text{произвольные}\}\}$ – критерии распределения: $\{\text{абсолютные}\} = \{\text{сумма, объем, количество, вес}\}$; $\{\text{относительные}\} = \{\text{сумма/объем, количество/объем, вес/объем}\}$; $U = \{u\}$ – ликвидируемые склады ВП; Y – выходные переменные: $L^{new} = \{L_1, L_2, \dots, L_w\}$, $w < n$ новая система хранения ресурсов после реконфигурирования; $A^{new} = (a_{ij}^{new})_{w \times m}$ – матрица привязки ресурсов после реконфигурирования; $R^{new} = \{R_1, R_2, \dots, R_m\}$ – ресурсное обеспечение системы после реконфигурирования.

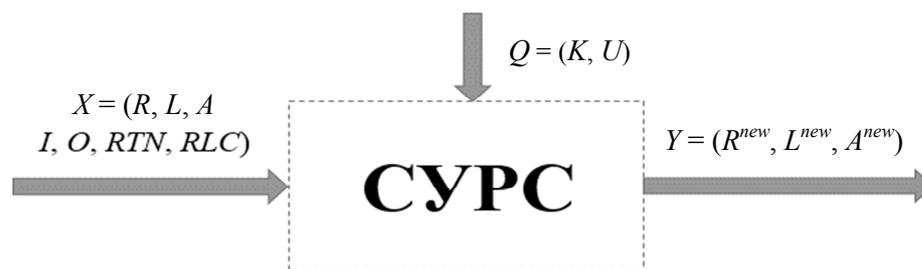


Рис. 2. Информационное описание СУРС

На основе формализованного описания процесса распределения ресурсов между складами сформулирована задача управления – при заданной конфигурации системы хранения виртуального предприятия L , известном ресурсном обеспечении R , плановых поступлениях I и реализациях O , возвратах RTN и перемещениях RLC , а также исходной привязке ресурсов к местам хранения A найти новую привязку A^{new} , обеспечивающую выполнение заданного значения критерия распределения K с учетом ограничений на состояния мест хранения ресурсов S и на их вместимость V при уменьшении размерности вектора L .

Принятые допущения: партии ресурсов могут быть разбиты произвольным образом; используется средневзвешенный метод расчета себестоимости при перемещении ресурсов между складами.

Постановка описывает задачу перемещения ресурсов при отключении от использования складов одного или нескольких ВП. Для разных типов ресурсов местом хранения может быть склад, цех (участок, рабочий или машинный центр), отдел предприятия.

Архитектура информационного обеспечения СУРС

Основным элементом архитектуры информационного обеспечения является база данных (БД), содержащая нормативно-справочную информацию о номенклатуре (в том числе о многооборотной таре), вариантах ее упаковки, складах, транспортных средствах, документообороте предприятия. Информация БД используется алгоритмическим обеспечением четырех функциональных модулей: управления нормативно-справочной информацией, управления поступлением и реализацией, управления складскими перемещениями, управления многооборотной тарой (рис. 3).

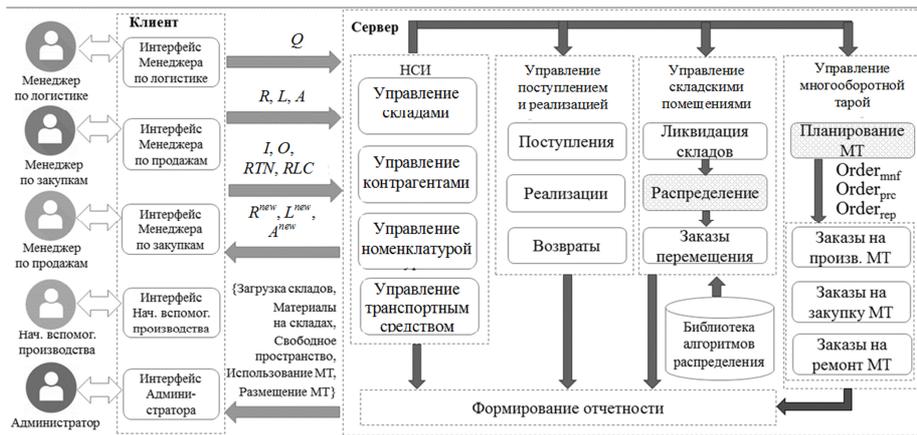


Рис. 3. Функциональная структура СУРС

Характеристика объекта управления

Объект управления – распределенная складская система предприятия, специализирующегося на использовании или производстве листового металла, который является основным продуктом металлопроката. Кроме массогабаритных характеристик продукция металлопроката характеризуется технологией изготовления (горячая или холодная деформация), точностью проката, обрезкой кромки, плоскостностью, маркой стали и наличием дополнительной обработки [5].

Лист стальной является одним из наиболее универсальных и востребованных разновидностей черного металлопроката. С его помощью изготавливают различные металлические конструкции, его используют в машиностроении, строительстве, сельском хозяйстве, разных отраслях промышленности.

Существуют два основных способа производства холоднокатаных листов: рулонный и полистный. Главные этапы производства показаны на схеме технологического процесса (рис. 4) с помощью стандартных символов ASME (American Society of Mechanical Engineers) [6]: на схеме операция хранения запасов показана треугольником, операция переработки – в виде окружности, контроль – квадратом, транспортировка – направленной стрелкой.

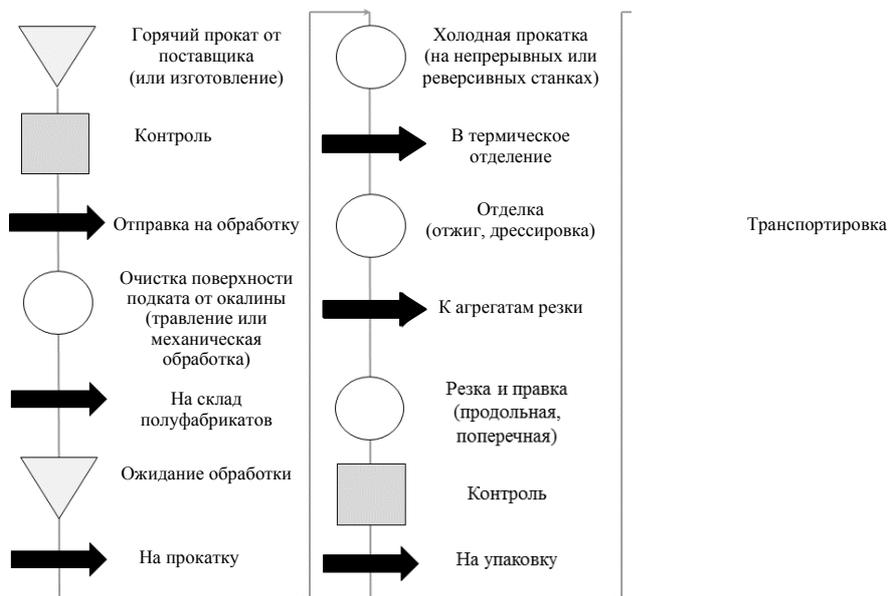


Рис. 4. Схема производства холоднокатаного проката

Выбор средств разработки

Масштабы использования в российской промышленности тиражного и отраслевого программного обеспечения, построенного на платформе 1С, позволили выбрать ее в качестве инстру-

ментальной среды для разработки (1С: Предприятие 8.3) [7, 8]. По количеству АРМов, пользователей, разработчиков платформа 1С существенно превосходит аналоги, что особенно важно в условиях импортозамещения. Система «1С: Предприятие» позволяет решать задачи автоматизации различной степени сложности, в том числе в масштабах крупного промышленного предприятия.

Основные справочники, документы, регистры и отчеты, а также основные взаимосвязи между ними показаны на рис. 5.



Рис. 5. Информационная модель промышленного предприятия с распределенными складами: «+» и «-» – вид операции: приход или расход для соответствующего регистра накопления

Основные функции системы управления распределенными складами для некоторых категорий пользователей показаны на рис. 6.

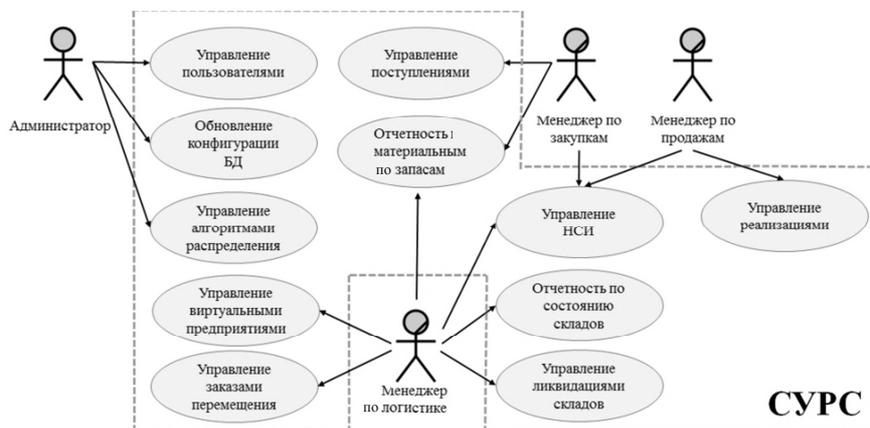


Рис. 6. Основные функции СУРС

Математическое обеспечение СУРС

Математическая модель для абсолютного критерия распределения (количество, сумма, объем, вес) представляет собой выравнивание выбранной величины ресурсного обеспечения системы при открытом состоянии складов:

$$\sum_{i=1}^m a_{i1} \approx \sum_{i=1}^m a_{i2} \approx \sum_{i=1}^m a_{i3} \approx \dots \approx \sum_{i=1}^m a_{ij},$$

где a_{ij} – количество запасов i -го ресурса на j -ом складе.

На рис. 7 схематично представлено распределение материальных ресурсов согласно абсолютному критерию распределения, заштрихованные блоки иллюстрируют перемещенные материалы со склада L_4 на склады L_1 и L_2 .

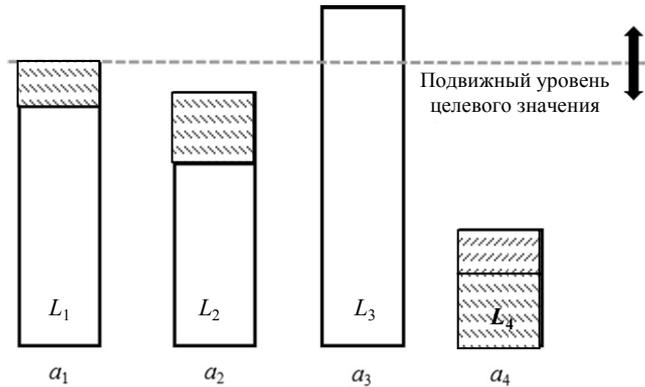


Рис. 7. Распределение ресурсов согласно абсолютному критерию распределения: L_j – склады предприятия; a_j – количество запасов на складах. Закрывается склад L_4

После вычисления оптимального значения целевой функции (баланс) распределяются ресурсы с ликвидируемого склада сначала на склад с самым минимальным свободным объемом, затем на склады в соответствии с возрастанием значения свободного объема.

На рис. 8 представлена блок-схема алгоритма процесса ликвидации материальных ресурсов со складов для критерия распределения абсолютной величины (сумма, объем, количество, вес).

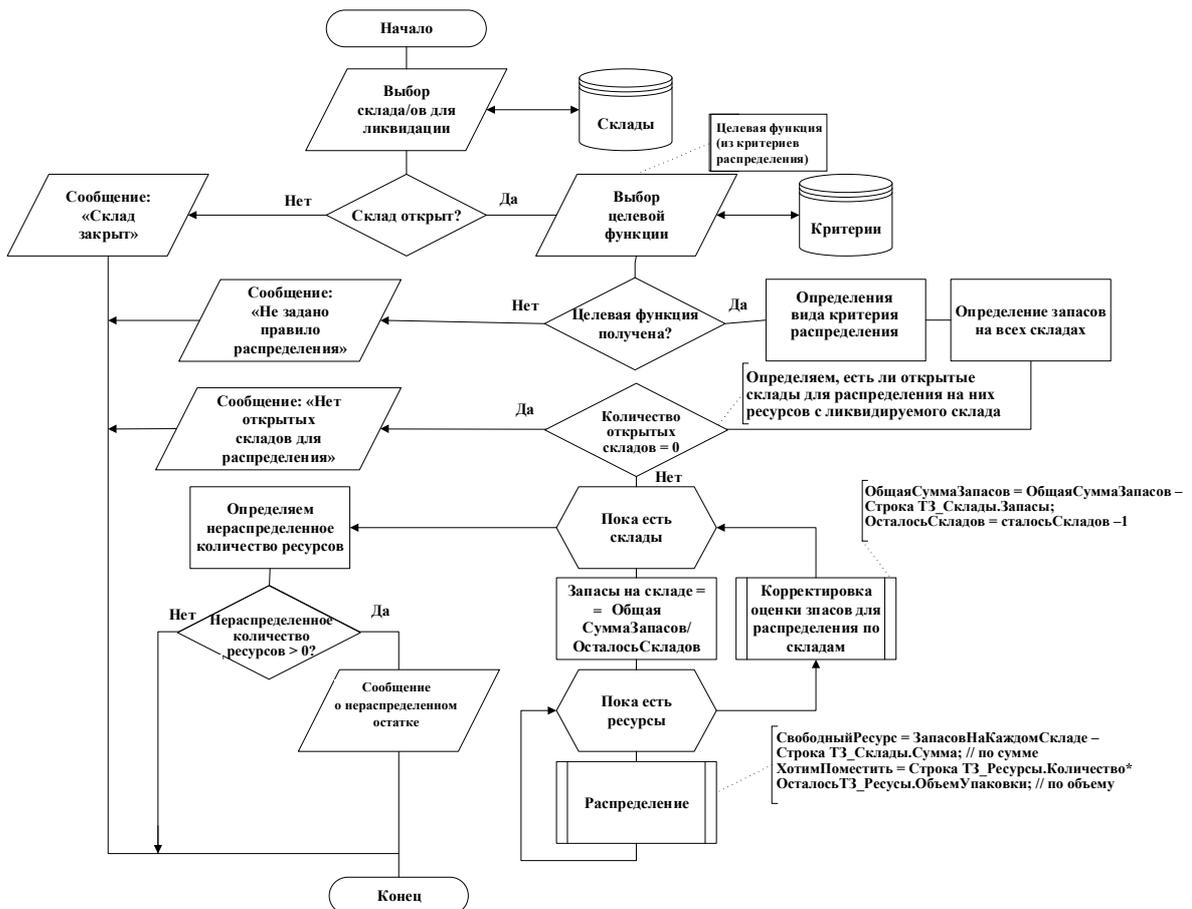


Рис. 8. Алгоритм ликвидации склада для критерия распределения по абсолютной величине

Математическая модель для относительного критерия распределения (количество/объем, сумма/объем, вес/объем) основана на применении теории смешения и разбавления растворов к ресурсному обеспечению.

На основании материального баланса оптимальное значение целевой функции определяется с помощью формулы

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot V_i}{\sum_{i=1}^n V_i},$$

где n – количество складов в системе.

Тогда объем перемещаемых ресурсов вычисляется по формуле

$$G_u = G_k \frac{S - S_k}{S_u - S},$$

где G_u – объем ресурсов, который необходимо перенести с ликвидируемого склада; G_k – объем ресурсов на складе, на который перемещаем ресурсы с ликвидируемого склада; S – оптимальное значение целевой функции; S_u – относительное значение ресурсов, перемещаемых с ликвидируемого склада; S_k – относительное значение ресурсов на складе, на который перемещаем ресурсы с ликвидируемого склада.

Тестирование программного комплекса

Тестирование проводилось на примере распределенных складов, хранящих холоднокатаные листы различных типоразмеров в разных вариантах упаковки и, соответственно, с различающимися габаритами, весом и себестоимостью.

Тестирование проводилось по следующим сценариям:

– сценарий № 1: ликвидируется один склад, выбирается абсолютный критерий распределения;

– сценарий № 2: ликвидируются два склада, выбирается относительный критерий распределения.

Для обоих сценариев были проведены документы поступления и реализации для формирования начальных остатков по складам.

Целевая функция выбирается из критериев распределения. Поддерживаются несколько групп критериев, обрабатываемых одним алгоритмом. Каждой группе критериев ставится в соответствие некоторый алгоритм распределения. В свою очередь, каждому алгоритму назначается процедура расчета из модуля формы документа «Ликвидация складов» (рис. 9).

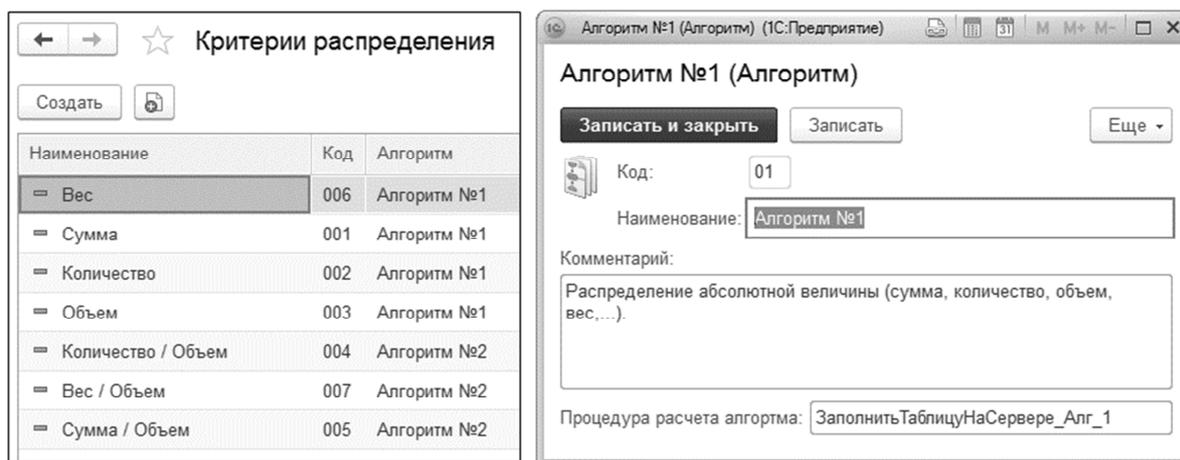


Рис. 9. Формирование критериев распределения ресурсов

К критериям распределения абсолютной величины относятся сумма, количество, объем, вес. К критериям распределения относительной величины относятся такие критерии, как количество/объем, сумма/объем и вес/объем. Программный комплекс позволяет добавить любое правильно построенное расчетное выражение, использующее знаки арифметических операций в качестве целевой функции для выравнивания ее значения по складам.

Тестирование по сценарию № 1 проводилось на исходных данных, показанных в верхней части табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные и результаты по сценарию № 1

Номенклатура	Склад 1	Склад 2	Склад 3	Склад 4
До закрытия склада 3				
Холоднокатаный лист 1, шт.	20	25	50	10
Холоднокатаный лист 2, шт.	–	–	25	19
Холоднокатаный лист 3, шт.	10	–	–	–
Количество, шт.	30	25	75	29
Объем, м ³	0,240	0,200	0,525	0,203
Вес, кг	1 974	1 570	4 900	2 184
После закрытия склада 3				
Холоднокатаный лист 1, шт.	43	52	–	10
Холоднокатаный лист 2, шт.	–	1	–	43
Холоднокатаный лист 3, шт.	10	–	–	–
Количество, шт.	53	53	–	53
Объем, м ³	0,401	0,396	–	0,371
Вес, кг	3 239	3 141	–	4 248

В табл. 1 представлены остатки материальных ресурсов по открытым складам (склады 1–4) с агрегацией до вида номенклатурной позиции. Закрывается склад 3. В качестве целевой функции выбран критерий, обеспечивающий выравнивание количества запасов на складах.

Для закрытия склада был создан документ «Ликвидация складов». Программный комплекс осуществляет расчет оптимального распределения ресурсов по складам, находящимся в открытом состоянии, в соответствии с заданной целевой функцией. Пользователь может отредактировать предложенный системой вариант перераспределения ресурсов. При проведении этого документа создаются заказы на перемещение. В нижней части табл. 1 («После закрытия склада») показаны сформированные остатки на складах после проведения заказов перемещения. Материальные ресурсы со склада 3 были распределены по открытым складам на основании выравнивания количества запасов.

Тестирование по сценарию № 2 проводилось для случая одновременного закрытия складов 2 и 3. Для тестирования программного комплекса в качестве целевой функции был выбран критерий, обеспечивающий выравнивание отношения количества запасов к их объему. Исходные данные и результаты показаны в табл. 2.

Таблица 2

Исходные данные и результаты по сценарию № 2

Номенклатура	Склад 1	Склад 2	Склад 3	Склад 4
До закрытия складов 2 и 3				
Холоднокатаный лист 1, шт.	20	25	50	10
Холоднокатаный лист 2, шт.	–	–	25	19
Холоднокатаный лист 3, шт.	10	–	–	–
Количество, шт.	30	25	75	29
Объем, м ³	0,24	0,2	0,525	0,203
Вес, кг	1 974	1 570	4 900	2 184
После закрытия складов 2 и 3				
Холоднокатаный лист 1, шт.	49	–	–	56
Холоднокатаный лист 2, шт.	25	–	–	19
Холоднокатаный лист 3, шт.	10	–	–	–
Количество, шт.	84	–	–	75
Объем, м ³	0,618	–	–	0,55
Вес, кг	5 719	–	–	4 909

Из отчетов системы следует, что ресурсы со складов 2 и 3 были распределены по складам, находившимся в открытом состоянии. Распределение ресурсов произведено в соответствии с выбранным критерием распределения «количество/объем». Проверка выполнялась методом сравнения среднеквадратичного отклонения значения целевой функции для исходной ситуации и после распределения, а также с помощью специальных вариантов отчета (гистограммы и пузырьковые диаграммы).

Заключение

Результат работы представлен системой динамического перераспределения складских ресурсов, позволяющей решать задачи оперативного перемещения материальных ресурсов между складами, в том числе в условиях функционирования виртуального предприятия. Выполнена постановка задачи управления для стадии отключения складов от виртуального предприятия. Для определения стадий хранения ресурсов сформирована схема производства металлопроката. В автоматизированной системе, разработанной на платформе «1С: Предприятие», реализованы процессы поступления, отгрузки, возврата и перемещения ресурсов в складской системе автономного или виртуального предприятия. Сформированы абсолютные и относительные критерии распределения, обеспечивающие выравнивание значения заданного показателя по складам. Тестирование системы на примере критериев из каждой группы показало работоспособность всех видов обеспечения для складского комплекса предприятия, производящего металлопрокат. Гибкая настраиваемая структура системы позволяет расширить ее применение для перераспределения других видов ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мешалкин В. П., Дови' В. Г., Марсанич А. Принципы промышленной логистики. М.: Изд-во Рос. хим.-технол. ун-та им. Д. И. Менделеева, 2002. 722 с.
2. Маликов О. Б., Малкович А. Р. Склады промышленных предприятий. СПб.: Машиностроение, 2015. 318 с.
3. Плонский В. Ю., Чистякова Т. Б., Шарамонов Е. В. Программный комплекс для управления бережливым сборочным производством на машиностроительном предприятии // Логистика и экономика ресурсосбережения и энергосбережения в промышленности (МНПК «ЛЭРЭП-11-17»): сб. науч. тр. по материалам XI МНПК (Тула, 15–16 ноября 2017 г.). Саратов: Изд-во СГТУ им. Ю. А. Гагарина, 2017. С. 110–118.
4. Катаев А. В. Виртуальные бизнес-организации. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. 120 с.
5. Килов А. С., Килов К. А. Производство заготовок. Листовая штамповка. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. 182 с.
6. Цифровая коллекция ASME. URL: <https://neicon.ru/en/resources/foreign/22-american-society-of-mechanical-engineers-asme/12-tsifrovaya-kolleksiya-asme> (дата обращения: 21.05.2020).
7. Власова Л. Г. Концепция прикладного решения «1С: ERP Управление предприятием». М.: 1-С Пабблишинг, 2016. 134 с.
8. Плонский В. Ю., Чистякова Т. Б., Грибовская П. С. Автоматизированная система распределения ресурсов при реконфигурировании логистической системы предприятия // Математические методы в технике и технологиях: сб. тр. Междунар. науч. конф.: в 12 т. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2019. Т. 12. С. 56–63.

Статья поступила в редакцию 25.05.2020

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Плонский Владимир Юрьевич – Россия, 190013, Санкт-Петербург; Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет); канд. техн. наук; доцент кафедры систем автоматизированного проектирования и управления; vplonskiy@gmail.com.

Чистякова Тамара Балабековна – Россия, 190013, Санкт-Петербург; Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет); д-р техн. наук, профессор; зав. кафедрой систем автоматизированного проектирования и управления; chistb@mail.ru.



SYSTEM OF DYNAMIC REDISTRIBUTION OF WAREHOUSE RESOURCES OF INDUSTRIAL ENTERPRISE

V. Yu. Plonskiy, T. B. Chistyakova

Saint-Petersburg State Institute of Technology,
Saint-Petersburg, Russian Federation

Abstract. The article addresses the problem of redistribution of warehouse resources when working in a virtual organization or when changing the logistics structure of the enterprise. A two-stage model of providing warehouse resources to a common access to participants of a virtual enterprise is considered. An automated system for managing redistribution of resources for the stage of disconnecting from a virtual enterprise or when closing your own warehouses was developed. A description of the control object - a distributed warehouse system of an industrial enterprise specializing in the production of sheet metal. A formalized description of the technological process for the production of cold-rolled steel, including the stages of stockpiling, has been developed. The task of managing the distribution of resources is posed, the functional structure of the software complex is designed. Information, mathematical and algorithmic support for solving the problem of redistributing resources is presented. The architecture of information support includes a database containing regulatory and reference information and document management of the enterprise. The database information is used by the algorithmic support of four functional modules: management of normative and reference information, management of receipts and sales, management of warehouse movements, management of multi-turn packaging. The result of the work is presented by the system of dynamic redistribution of warehouse resources and implemented on the 1C: Enterprise platform, which allows solving the problems of the operational movement of material resources between the enterprise's warehouses, also under the conditions of the virtual enterprise functioning. Absolute and relative distribution criteria are formed. The first group includes absolute criteria: volume, quantity, amount, weight. The second group consists of relative distribution criteria: quantity/volume, amount/volume, weight/volume. Testing the system using the example of criteria from each group showed the operability of all types of support using the example of a warehouse complex of an enterprise manufacturing metal rolling. Flexible customizable system structure allows you to expand the application of the proposed algorithmic support to other types of resources.

Key words: resource allocation, virtual enterprise, distribution criterion, liquidation of warehouses, orders of relocation, 1C: Enterprise, metal rolling production.

For citation: Plonskiy V. Yu., Chistyakova T. B. System of dynamic redistribution of warehouse resources of industrial enterprise. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Informatics*. 2020;4:18-28. (In Russ.) DOI: 10.24143/2072-9502-2020-4-18-28.

REFERENCES

1. Meshalkin V. P., Dovi' V. G., Marsanich A. *Printsipy promyshlennoi logistiki* [Industrial logistics principles]. Moscow, Izd-vo Ros. khim.-tehnolog. un-ta im. D. I. Mendeleeva, 2002. 722 p.
2. Malikov O. B., Malkovich A. R. *Sklady promyshlennykh predpriatii* [Warehouses of industrial enterprises]. Saint-Petersburg, Mashinostroenie Publ., 2015. 318 p.
3. Plonskii V. Iu., Chistiakova T. B., Sharamonov E. V. Programmnyi kompleks dlia upravleniia bezrezhlivym sborochnym proizvodstvom na mashinostroitel'nom predpriatii [Software package for calculating managing assembly production at machine-building enterprise]. *Logistika i ekonomika resursosberezheniia i energosberezheniia v promyshlennosti (MNPk «LEREP-11-17»): sbornik nauchnykh trudov po materialam XI MNPk (Tula, 15–16 noiabria 2017 g.)*. Saratov, Izd-vo SGTU im. Iu. A. Gagarina, 2017. Pp. 110-118.
4. Kataev A. V. *Virtual'nye biznes-organizatsii* [Virtual business organizations]. Saint-Petersburg, Izd-vo Politekhn. un-ta, 2009. 120 p.
5. Kilov A. S., Kilov K. A. *Proizvodstvo zagotovok. Listovaia shtampovka* [Production of blanks. Sheet stamping]. Orenburg, GOU OGU, 2004. 182 p.
6. *Tsifrovaia kolleksiia ASME* [ASME digital collection]. Available at: <https://neicon.ru/en/resources/foreign/22-american-society-of-mechanical-engineers-asme/12-tsifrovaya-kolleksiya-asme> (accessed: 21.05.2020).
7. Vlasova L. G. *Kontseptsiiia prikladnogo resheniia «1C: ERP Upravlenie predpriatiem»* [Concept of an applied solution 1C: ERP enterprise management]. Moscow, 1-S Publishing, 2016. 134 p.

8. Plonskii V. Iu., Chistiakova T. B., Gribovskaia P. S. Avtomatizirovannaiia sistema raspredeleniia resursov pri rekonfigurirovanii logisticheskoi sistemy predpriiatiia [Automated resource allocation system for reconfiguring enterprise logistics system]. *Matematicheskie metody v tekhnike i tekhnologiiakh: sbornik trudov Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii: v 12 t.* Saint-Petersburg, Izd-vo Politekh. un-ta, 2019. Vol. 12. Pp. 56-63.

The article submitted to the editors 25.05.2020

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Plonskiy Vladimir Yurievich – Russia, 190013, Saint-Petersburg; Saint-Petersburg State Institute of Technology; Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor of the Department of Computer Aided Design and Control; vplonskiy@gmail.com.

Chistyakova Tamara Balabekovna – Russia, 190013, Saint-Petersburg; Saint-Petersburg State Institute of Technology; Doctor of Technical Sciences, Professor; Head of the Department of Computer Aided Design and Control; chistb@mail.ru.

