

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 65.011.56

ИНФОРМАЦИОННО-АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНО-СБЫТОВОЙ ЛОГИСТИКОЙ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.В. Костров¹, В.Ф. Корнюшко², С.Э. Кайбуллаева², О.М. Николаева²

¹Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир 600000, Россия

²Московский технологический университет (Институт тонких химических технологий), Москва 119571, Россия

@ Автор для переписки, e-mail: polyakova@mitht.ru

В статье рассмотрены информационные модели и модели алгоритмов управления отдельными функциональными модулями распределительно-сбытовой логистики фармацевтических предприятий. Показана возможность реализации управления этими модулями с помощью интегральных информационных систем класса ERP, а также описаны функциональные модули интегрированной информационной системы ERP. Предложены реализуемые с помощью ERP алгоритмы управления закупками и структурные схемы управления поставками лекарственных препаратов, базирующиеся на методике ABC/XYZ-анализа. Предложены алгоритмы, математические и информационные модели для логистической системы управления запасами на складах с лекарственными препаратами на фармацевтических предприятиях. Рассмотрена схема организации текущего входного контроля лекарственных препаратов на складе готовой продукции. Приведены функциональные модели в нотации IDEF0 для описания систем управления на основе ERP в системах распределительно-сбытовой логистики на фармацевтических предприятиях. Приведены примеры построения графических IDEF0-моделей, для описания бизнес-процессов в системах прогнозирования лекарственных средств и проверки качества поступающей продукции. Осуществлен анализ современных ERP-систем и выявлены их основные особенности и направления развития, что является важнейшим шагом при работе в любой сфере деятельности.

Ключевые слова: информационно-алгоритмическая поддержка, распределительно-сбытовая логистика, интегрированные информационные системы, управление закупками, управление запасами, информационные модели, фармацевтические предприятия.

INFORMATIONAL AND ALGORITHMIC SUPPORT FOR DISTRIBUTION AND MARKETING LOGISTICS CONTROL SYSTEMS OF PHARMACEUTICAL ENTERPRISES

A.V. Kostrov¹, V.F. Korniyushko², S.E. Kaybullaeva², O.M. Nikolaeva²

¹Vladimir State University, Vladimir 600000, Russia

²Moscow Technological University (Institute of Fine Chemical Technologies), Moscow 119571, Russia

@ Corresponding author e-mail: polyakova@mitht.ru

Informational models and control algorithms models for separate functional modules of the pharmaceutical enterprises distribution and supply logistics management are considered in the article. The possibility of such modules management by means of ERP class integrated information systems is shown. Drug procurement management algorithms implemented with the help of ERP and based on the ABC/XYZ analysis methodology, algorithms and informational models for pharmaceutical companies' logistic system of inventory management in warehouses are proposed. Algorithms, mathematical and information models for the logistic control system of stocks in warehouses with medicinal

preparations at pharmaceutical enterprises are proposed. The scheme of the organization of the current incoming control of medicinal preparations in the finished goods warehouse is considered. Functional models are presented in IDEF0 notation for describing management systems based on ERP in distribution and marketing logistics systems in pharmaceutical companies. Examples are given of constructing graphic IDEF0-models, for describing business processes in drug prediction systems (LS) and quality control of incoming products. The analysis of modern ERP-systems is carried out, and their main features and directions of development are revealed, which is the most important step when working in any field of activity.

Keywords: informational and algorithmic support, distribution and marketing logistics, integrated informational system, procurement management, inventory management, informational models, pharmaceutical companies.

Решение проблемы информационной поддержки логистической системы поставки лекарственных средств населению – юридическим и физическим лицам опирается на сформулированные в Концепции развития здравоохранения страны до 2020 года задачи снабжения населения лекарственными препаратами и связанные с этим вопросы развития фармацевтической отрасли.

В настоящее время информационная структура считается той основой, на которой предприятия начали создавать собственные системы управления. Все большее количество структур предприятий понимает необходимость внедрения информационных систем, таких как 1С, Парус, ERP и других систем внутренних информационных технологий. IT-технологии стали важнейшей частью в управлении производством.

За рубежом, а затем и в России все большее распространение получают интегрированные системы семейства ERP, такие как Галактика, SAP ERP и др.

Термины и понятия

ERP (англ. *Enterprise Resource Planning System*) – система планирования ресурсов предприятия. Это интегрированная система на базе информационных технологий для управления внутренними и внешними ресурсами предприятия. Цель системы – объединение потоков информации между всеми хозяйственными подразделениями внутри предприятия. ERP-система позволяет сформировать стандартизированное, единое информационное поле предприятия. Другими словами, ERP-система – единая точка ввода, единый центр обработки и единый источник информации о деятельности предприятия. В ERP-системах реализуется блочный принцип построения [1].

Одна из конкретных реализаций системы ERP, а именно SAP ERP, включает в себя три основные функциональные области, поделенные на модули (рис. 1).

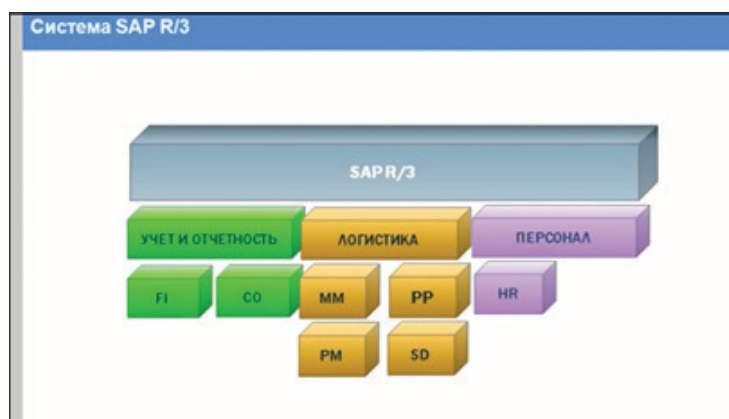


Рис. 1. Модули реализации интегральной системы SAP ERP (расшифровку обозначений см. в тексте).

- Модуль FI (*Financial Accounting*) – финансы и учет, реализует классический бухгалтерский и финансовый учет;
- Модуль CO (*Controlling*) – контроллинг, позволяет реализовать управленческий учет, отличающийся от бухгалтерского учета направленностью на анализ мест и причин прихода и расхода средств, возникновения прибылей и убытков;
- Модуль MM (*Material Management*) – управ-

ление закупками и материальными потоками, цепочкой поставок, которая включает в себя сеть розничной торговли, дистрибьюторов, транспортных компаний, складов и поставщиков;

- Модуль PP (*Production Planning*) – планирование и управление производством, обеспечивает управление дискретным производством, а также производством с непрерывным циклом;
- Модуль SD (*The Sales and Distribution*) – управ-

ляет сбытом продукции, обеспечивает отгрузку, комплектацию товаров, выставление счетов покупателям;

- *Модуль PM (Plant Management)* – управляет техническим обслуживанием оборудования;
- *Модуль HR (Human Resources)* – управляет персоналом.

Сама система представляет собой «конструктор» из связанных между собой модулей, каждый из которых отвечает за определенные задачи предприятия.

Целью работы является разработка информационной поддержки распределительно-сбытовой логистики фармацевтических предприятий на основе интегральных информационных систем типа ERP.

Информационная поддержка управления подсистемой закупок

В самом общем виде структурная схема заказа, производства, хранения и распределения лекарственной продукции (ЛП) выглядит следующим образом (рис. 2).

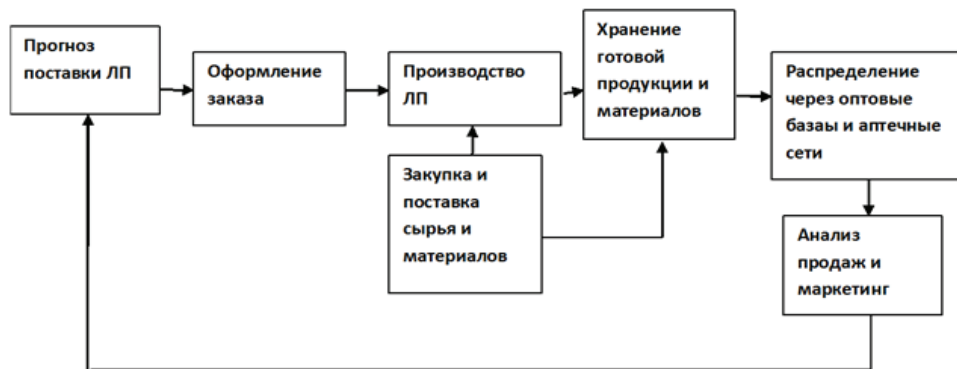


Рис. 2. Структурная схема производства и реализации лекарственных препаратов.

По данным экономистов, на материально-техническое обеспечение движения товара от первичного источника сырья до конечного потребителя приходится около 93% времени по различным каналам материально-технического обеспечения [2]. При этом логистическая составляющая (хранение, транспортировка, упаковка) в стоимости товара достигает 70%.

Рассмотрим одну из важных задач обеспечения клиник, аптечных сетей и других учреждений, потребляющих и реализующих лекарственные препараты, – задачу прогнозирования и управления логистикой закупок.

щих и реализующих лекарственные препараты, – задачу прогнозирования и управления логистикой закупок.

Результаты моделирования и их обсуждение

Реализация плана обеспечения ЛП – типовая задача оперативного управления поставками; ее функциональная схема представлена на рис. 3. В современном менеджменте функции управления поставками обеспечиваются средствами информационных ERP-систем.



Рис. 3. Структурная схема оперативного управления поставками.

Состав функций управления достаточно ясно отражает представленная схема. Здесь следует дополнительно указать, что различают следующие виды определения заказов на лекарственные средства (ЛС) и управления ими:

- 1) управление, полностью определяемое потреблением (стохастическое);
- 2) управление, полностью определяемое потребностью (детерминированное);
- 3) смешанные формы управления:
 - а) на верхних стадиях осуществляется управление, ориентированное на потребность, а на нижних – на потребление;
 - б) в принципе осуществляется управление, ориентированное на потребность, при этом некоторые позиции определяются потреблением;
 - в) в принципе управляют по потребности, однако небольшая часть позиций управляется по потреблению;
 - г) в принципе управляют по потреблению, а небольшая часть позиций управляется по потребности.

Обеспечение закупок средствами ERP-систем

Достоинствами метода запроса котировок являются более простой механизм реализации, а также более высокая оперативность закупок – 7–14 суток. Его недостатки связаны с тем, что выбор поставщика осуществляется только по цене закупаемого товара и ограничением закупки по стоимости (не более 500 тыс. руб. в квартал по одному наименованию). С учетом кадровых, организационных, технических, экономических и иных возможностей крупных бюджетных учреждений следует рекомендовать использование ими метода запроса котировок при децентрализованных закупках. В современном менеджменте функции управления поставками могут обеспечиваться штатными средствами типовых ИС класса ERP. Так, в ERP-системах фирмы SAP при выборе управленческих решений используется следующая классификация технологий управления (таблица) [3].

Классификация технологий управления в системе SAP ERP

PD:	Детерминированное управление с возможностью определить незапланированные потребности путем прогноза
VB:	Управление по потреблению по технологии «границы заказа» с «ручным» определением минимального уровня запасов, при котором подается заявка на пополнение
VM:	Управление по потреблению по технологии «границы заказа» с машинным определением минимального, при котором подается заявка на пополнение, и страхового уровня запасов
VV:	Управление по потреблению с помощью прогноза будущих периодических потребностей без разделения общих и чистых потребностей

Одним из методов логистических исследований, который можно при этом использовать, является *ABC*-анализ. При этом приобретаемые товары сводятся в таблицы, в которых указываются затраты на их приобретение, и ранжируются по стоимости. Наиболее затратные из них объединяются в группу *A*, группа *B* – это менее затратные, наименее затратные ЛС составляют группу *C*.

Для обоснования решения, наряду с *ABC*-анализом, можно обратиться также к *XYZ*-анализу [4]. Под *X*-позициями понимаются такие, расход которых можно предвидеть с большой степенью уверенности, в то время как потребность в *Z*-позициях существенно колеблется. *Y*-позиции располагаются посередине между этими крайними вариантами. В качестве примера на рис. 4 приведены рекомендации по выбору технологии управления при использовании ERP-систем SAP. Здесь принято, что риск поставки означает, что поставщик не выполняет заказ; риск потребления – фактическое потребление отклоняется от планового.

Логистическая подсистема управления запасами ЛС

Следующей важнейшей задачей распределительно-сбытовой логистики является задача управления запасами приобретенных лекарственных пре-

паратов. Общие издержки управления поставкой и хранения заказа состоят из издержек выполнения заказов и издержек хранения запасов.

Под издержками выполнения заказов понимают накладные расходы, связанные с реализацией заказа. Издержки выполнения заказа уменьшаются при увеличении размера партии.

Издержки хранения включают расходы, связанные с физическим содержанием материальных запасов на складе, и возможные проценты на капитал, вложенный в запасы. Эти издержки при увеличении заказа возрастают линейно

Издержки выражаются в процентах от закупочной цены за определенное время.

Если обозначить издержки хранения заказа через C_1 , а стоимость формирования заказа через C_2 , то для обеих форм издержек можно записать

$$C_1 = C_{xp} \cdot G/2 \quad (1a)$$

$$C_2 = S \cdot C_0/G \quad (1b)$$

где:

G – размер заказа;

C_0 – издержки выполнения одного заказа (т.е. издержки выполнения заказа на единицу товара равны C_0/G);

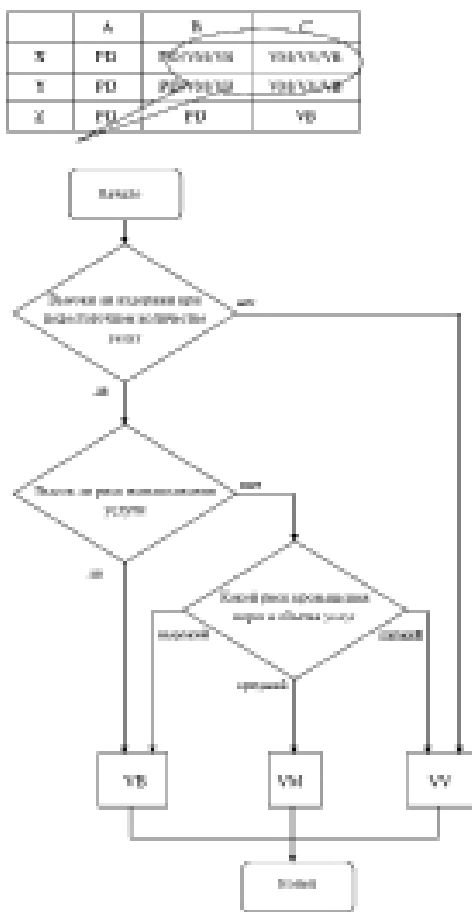


Рис. 4. Блок-схема алгоритма ABC/XYZ-анализа.

S – интенсивность сбыта (потребность в товарно-материальных ценностях за определенный период);

C_{xp} – издержки хранения (затраты на содержание единицы запаса).

Очевидно, что оптимальная величина заказа будет в точке, где суммарные издержки минимальны, т.е. $C_1 = C_2$.

Оптимальное значение размера заказа G_{opt} , минимизирующее годовые издержки управления запасами, можно определить по формуле Вильсона [5]:

$$G_{opt} = \sqrt{\frac{2 C_0 S}{C_{xp}}} \quad (2)$$

Однако формула Вильсона, несмотря на ее чрезвычайно широкое использование, идеализирует условия задачи. На практике в складах, с которых идет поставка лекарственных препаратов, содержится большая номенклатура этих препаратов. Обозначим общее количество ЛП через n , а издержки выполнения заказа для i -ой номенклатуры – через C_i ($i = 0 \div n$). При этом C_0 – это издержки транспортировки заказа, а C_i – издержки логистических операций при формировании заказа. Издержки хранения i -ой номенклатуры заказа обозначим через $C_{xp i}$, S_i – интенсивность

сбыта i -ой компоненты запаса. Тогда суммарная стоимость выполнения заказа $C_{\Sigma i}$ представляет собой, как и ранее, сумму двух компонентов – стоимости поставки заказа из n компонент и стоимости хранения, на основе которой можно найти оптимальную величину заказа $C_{\Sigma i}$ при многономенклатурном ассортименте:

$$C_{\Sigma i} = (S_i \cdot (C_0 + C_i)) / (G_i + C_{xp i} / 2)$$

$$\min \rightarrow (C_{\Sigma i})_{\min} = \sum \text{sqrt}(2 \cdot (C_0 + C_i) \cdot S_i \cdot C_{xp i}) \quad (I=1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

Следует заметить, что при многономенклатурном заказе не удастся построить таких простых логистических схем организации поставок, как при монозаказе, так как время поставки каждого из компонент различно.

Тем не менее, полученные соотношения позволяют принять необходимые управленческие решения, в основе которых лежит так называемая (s, Q) -политика; в современных ERP-системах (s, Q) -политика поддерживается соответствующими средствами.

Для прогнозирования сокращения складских запасов разработано много методов. Это и методы прогнозирования временных рядов, и методы выявления так называемых сезонных изменений [6]. Кроме того,

необходимо обосновать объем страховых запасов, который обеспечит компенсацию всех возможных отклонений всех величин от их расчетных значений.

На основе этой модели может осуществляться прогнозирование заказа новой партии лекарственных препаратов как по объему партии, так и по моменту его

подачи. Прогнозирование подразумевает следующие этапы: выбор ЛП; анализ истории его потребления; учет дополнительных факторов; прогнозирование заказа. Для совокупности этих этапов можно построить функциональную IDEF0-модель, декомпозиция первого уровня которой приведена на рис. 5.



Рис. 5. Диаграмма в нотации IDEF0 информационной системы управления пополнением запасов на складе.

Важной функцией в управлении поставками является входной контроль, он включает контроль количества и контроль качества поставляемой продукции. Современные ERP-системы обеспечивают гибкий контроль процесса поставок на основе динамического метода выборочного контроля: в зависимости от результатов текущих проверок контроль может как ужесточаться, так и смягчаться [7].

Существо этой политики состоит в том, что после каждой выдачи со склада система обработки информации проверяет, не перешел ли уровень запасов «границу заказа» s , называемую также минимальным уровнем запасов. Если перешел, то должна заказываться партия объемом Q . Здесь нужно иметь в виду, что, современные ERP-системы обеспечивают гибкий контроль процесса поставок. При расхождении между заказанным и поставленным количеством товара можно предусмотреть различные варианты, например:

1) при незначительных отклонениях, как в сторону недостатка, так и в сторону избытка товара, поступившая партия обрабатывается в обычном порядке, но об этом сообщается в отдел закупок;

2) если разница между заказанным и поставленным количеством товара превышает заданную заранее границу, поступивший товар только регистрируется, но не обрабатывается. Система создает сообщение делопроизводителю, дожидается его ответа и лишь затем передает поступивший товар на оценку;

3) поступивший товар вообще не регистрируется, о нем лишь составляется сообщению делопроизводителю.

С помощью современных систем обработки информации можно рационализировать и усовершенствовать не только количественный, но и качественный контроль товара. Эта возможность предоставляется в первую очередь тогда, когда применяется «динамический метод выборочного контроля» [8]:

1) в режиме реального времени запускается процесс проверки качества поставленной партии как таковой по методам математической статистики, причем программа выдает указания о том, сколько еще позиций надлежит проверить в зависимости от контрольных результатов по первым позициям;

2) поставки одного вида продукции и/или от одного и того же поставщика проверяются тем интенсивнее, чем больше было обнаружено дефектов и впоследствии получено претензий по предыдущим поставкам (динамический контроль поступивших товаров). Эту стратегию можно, напротив, обратить так, что при условии предыдущей надежности поставщика целые партии его товара освобождаются от контроля качества.

На схеме (рис. 6) можно проследить различные варианты организации входного контроля в зависимости от результатов текущих проверок [9].

В качестве примера на рис. 7 приведена схема подсистемы складской логистики, включающая блоки «Карантин», «Допущено» и «Брак», для одного из фармацевтических предприятий.

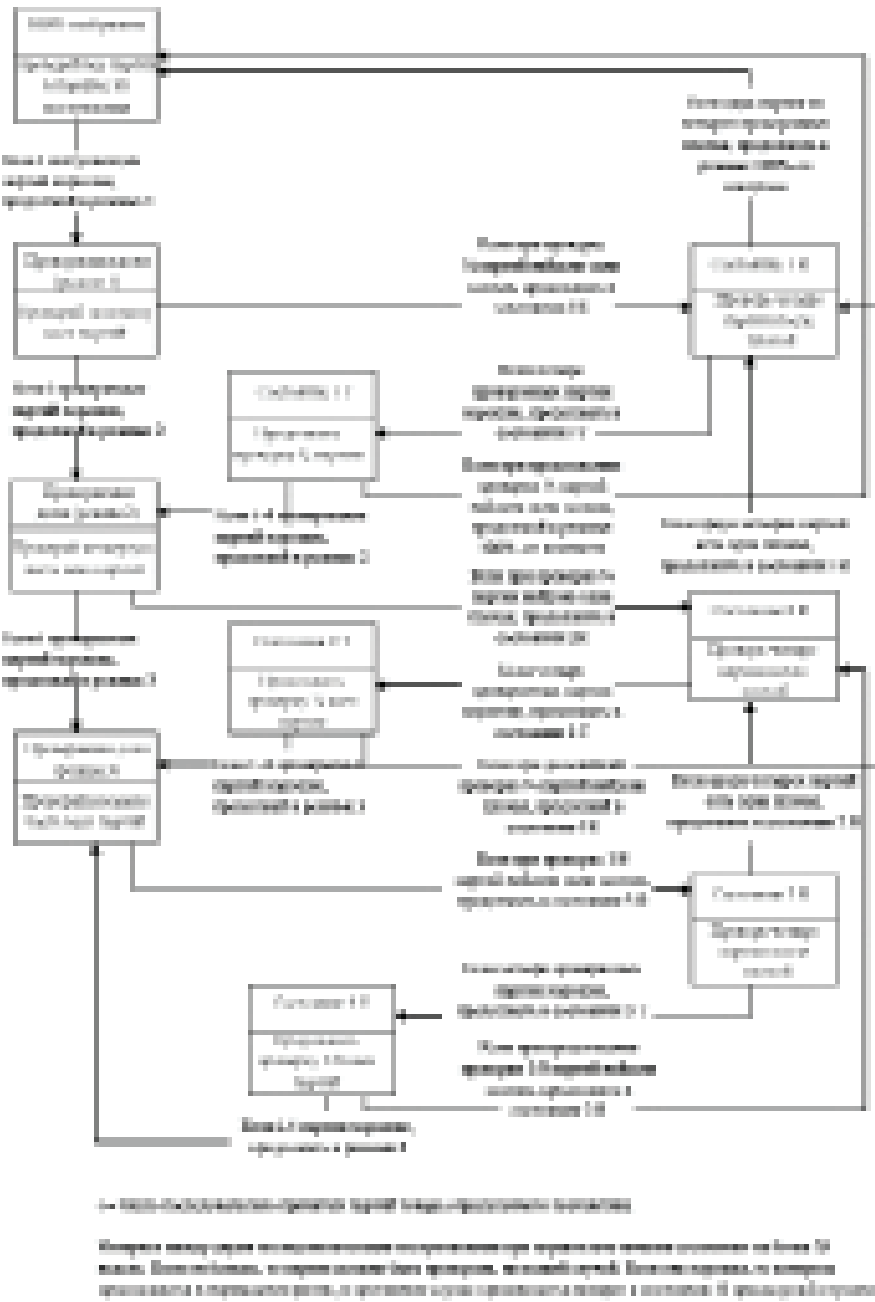


Рис. 6. Схема организации входного контроля в зависимости от результатов текущих проверок.

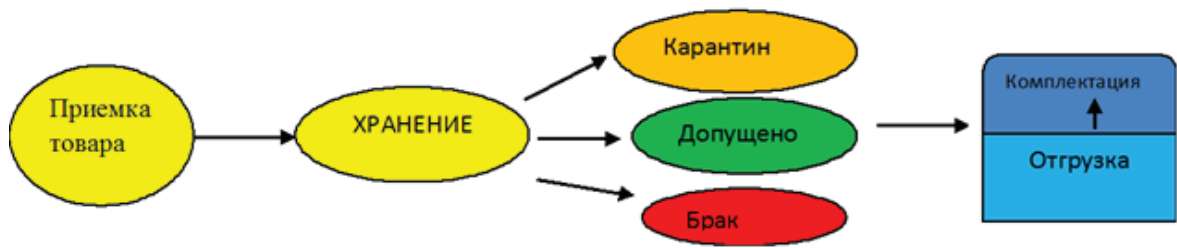


Рис. 7. Схема подсистемы складской логистики.

Выводы

– Дано описание функциональных модулей интегрированной информационной системы ERP, которая может быть использована для управления подсистемами распределительно-сбытовой логистики фармацевтических фирм.

– Приведена структурная схема управления поставками лечебных препаратов.

Список литературы:

1. Разбегин В.П., Пронина В.А., Григорян А.К., Яскина Е.П., Матушкин М.Б., Суховеров В.С., Кулинич А.А., Генкин А.Л. Корпоративные информационные ERP-системы как средство поддержки управления деятельностью предприятия в конкурентной среде. М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. 461 с.
2. Багрянцева Н.А., Нестерова Н.С., Радченко И.Н. Новые информационные технологии в фармации на базе интегрированных отраслевых информационных баз данных // Фармация. 2007. № 1. С. 35–36.
3. Корнюшко В.Ф., Жданович О.А., Костров А.В. Степень готовности системы управления бизнес-процессами к внедрению информационных технологий // Прикладная информатика. 2014. № 2(50). С. 14–22.
4. Мертенс П. Интегрированная обработка информации. Операционные системы в промышленности: учебник: пер. с нем. М.А. Костровой / Под ред. А.В. Кострова. М.: Финансы и статистика, 2007. 424 с.
5. Сток Дж.Р., Ламберт Д.М. Стратегическое управление логистикой. М.: Инфра-М, 2005. 828 с.
6. Стерлигова А.Н. Управление запасами в цепях поставок. М.: Инфра-М, 2003. 430 с.
7. Кононова С.В. Регулирование фармацевтической деятельности // Новая аптека. 2002. № 6. С. 4–6.
8. Концепция развития системы государственного контроля качества, эффективности и безопасности лекарственных средств (Редакционный материал) // Аптечный бизнес. 2008. № 7. [www.rsn-ing.ru/index.php/reglic/164-2012-06-21-06-37-09.html?tmpl=component&print=1&layout=default&page=].
9. Дыбская В.В. Логистика складирования: учебник. М.: Инфра-М, 2011. 557 с.

Об авторах:

Костров Алексей Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры вычислительной техники и систем автоматизированного проектирования ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет» (600000, Россия, г. Владимир, ул. Горького, д. 87).

Корнюшко Валерий Федорович, доктор технических наук, профессор кафедры информационных систем в химической технологии Института тонких химических технологий ФГБОУ ВО «Московский технологический университет» (119571, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 86).

Кайбуллаева Сайде Эльдаровна, аспирант кафедры информационных систем в химической технологии Института тонких химических технологий ФГБОУ ВО «Московский технологический университет» (119571, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 86).

Николаева Ольга Михайловна, аспирант кафедры информационных систем в химической технологии Института тонких химических технологий ФГБОУ ВО «Московский технологический университет» (119571, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 86).

– Разработан алгоритм поставок лекарственных препаратов на основе методики ABC/XYZ-анализа с использованием систем ERP.

– Разработаны математическая и информационная модели управления запасами на складах лекарственных препаратов.

– Рассмотрена схема организации текущего входного контроля лекарственных препаратов на складе готовой продукции.

References:

1. Razbegin V.P., Pronina V.A., Grigoryan A.K., Yaskina E.P., Matushkin M.B., Suhoverov V.S., Kulnich A.A., Genkin A.L. Corporate information ERP-systems as a means of supporting the management of the enterprise in a competitive environment. M.: Alpina Biznes Buks, 2008. 461 p. (in Russ.).
2. Bagryantseva N.A., Nesterova N.S., Radchenko I.N. New information technologies in pharmacy on the basis of integrated industry information databases // Farmatsiya (Pharmacy). 2007. № 1. P. 35–36. (in Russ.).
3. Kornushko V.F., Zhdanovich O.A., Kostrov A.V. The degree of readiness of the business process management system to introduce information technologies // Prikladnaya informatika (Applied Informatics). 2014. № 2(50). P. 14–22. (in Russ.).
4. Mertens P. Integrated processing of information. Operating systems in industry: textbook: Transl. from the German by M.A. Kostrova / Ed. by A.V. Kostrov. M.: Finansy i statistika Publ., 2007. 424 p. (in Russ.).
5. Stock J.R., Lambert D.M. Strategic management of logistics. M.: Infra-M, 2005. 828 p. (in Russ.).
6. Sterligova A.N. Management of stocks in supply chains. M.: Infra-M, 2003. 430 p. (in Russ.).
7. Kononova S.V. Regulation of pharmaceutical activities // Novaya apteka (New Pharmacy). 2002. № 6. P. 4–6. (in Russ.).
8. The concept of development of the system of state control of quality, efficacy and safety of medicines (Editorial material) // Aptechnyi biznes (Pharmacy Business). 2008. № 7. [www.rsn-ing.ru/index.php/reglic/164-2012-06-21-06-37-09.html?tmpl=component&print=1&layout=default&page=].
9. Dybskaya V.V. Warehouse logistics: a textbook. M.: Infra-M, 2011. 557 p. (in Russ.).