

Научная статья

DOI: 10.15593/2224-9397/2024.4.07

УДК 65.011.46

С.А. Федосеев¹, А.М. Морозов¹, И.И. Валетов², А.А. Агалаков²¹Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
Пермь, Российская Федерация²АО «ОДК-Авиадвигатель», Пермь, Российская Федерация

СТРУКТУРЫ ДАННЫХ ERP-СИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ

В связи с уходом из России зарубежных производителей программного обеспечения остро встал вопрос об импортозамещении иностранных систем управления ресурсами предприятия отечественными аналогами. На российском рынке присутствуют отечественные ERP-системы, однако они не закрывают всех потребностей отечественных предприятий, в связи с чем последние вернулись к практике реализации собственных решений. Для таких решений необходимы проектирование и разработка реляционных баз данных, достаточных для задач управления снабжением, запасами, производством, сбытом, основными фондами и данными об изделиях. Подобные задачи требуют хранения данных о товарно-материальных ценностях (ТМЦ), то есть сырье, материалах, комплектующих, готовой продукции и товарах, а также об их запасах и перемещениях (приходе, расходе). **Целью** настоящей работы является формулирование принципов работы с данными о ТМЦ и соответствующих этим принципам структур реляционной базы данных. В работе предложены структуры для хранения **данных о мерах и единицах измерения**. Описаны основные принципы работы со справочником единиц измерения. В работе также предложены структуры для хранения **данных о запасах и перемещениях ТМЦ**. Описаны базовые принципы, которым должна подчиняться работа с запасами и перемещениями ТМЦ. Отмечено, что эти принципы предопределены нормативными документами, практическим опытом и здравым смыслом. В качестве **практического примера** в работе предложены структуры для хранения данных о запасах материально-технических ресурсов в местах эксплуатации газотурбинных установок. Перечисленные результаты получены на основе применения **методов** системного анализа и проектирования. В **заключении** отмечено, что предложенные в работе новые принципы работы с данными о ТМЦ и соответствующие этим принципам структуры реляционной базы данных могут быть использованы в отечественных информационных системах управления предприятиями для решения задачи импортозамещения зарубежных информационных систем.

Ключевые слова: ERP, EAM, WMS, PDM, ГТУ, ГТЭС, учет ТМЦ, управление МТР, реляционные базы данных.

S.A. Fedoseev¹, A.M. Morozov¹, I.I. Valetov², A.A. Agalakov²

¹Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

²JOINT-STOCK COMPANY «UEC-AVIADVIGATEL», Perm, Russian Federation

DATA STRUCTURES OF ERP-SYSTEMS FOR INVENTORY CONTROL

As overseas software producers left Russia, finding a Russian substitute for overseas enterprise resource planning systems has become critical. There are domestic ERP-systems on the Russian market, but they do not cover all the needs of Russian companies, and therefore the latter have resumed the practice of implementing their own solutions. Such solutions require design and development of adequate relational databases for managing supply, inventory, production, sales, fixed assets and product data. Such tasks require storing the data on material assets, i.e. raw materials, materials, components, finished products and goods, as well as on their stock and movements (arrival, consumption). **The objective** of this paper is to lay down the principles of handling the data on material assets and the structures of the relational database corresponding to these principles. The paper introduces the structures for storing **the metrics and measurement units data**. The basic principles of using the measurement units directory are described. The paper also introduces the structures for storing **material assets stock and movement data**. It is noted that these principles are predetermined by regulatory documents, practical experience and common sense. As a **practical example**, the paper introduces the structures for storing the data on inventory and supplies on gas turbines operation sites. The outlined results have been obtained based on the use system analysis and design **methods**. In **conclusion**, it is noted that the new principles of handling the data on material assets suggested in this paper and the structures of the relational database corresponding to these principles can be used in domestic enterprise management information systems to solve the problem of substitutes for overseas information systems.

Keywords: ERP, EAM, WMS, PDM, gas turbine, gas turbine genset, inventory records, inventory control, relational databases.

Введение

В связи с уходом из России немецкой компании SAP довольно остро встал вопрос об импортозамещении ее решений, в частности, замены системы управления ресурсами предприятия, разработанной компанией SAP [1, 2], на отечественные аналоги. На российском рынке присутствуют отечественные ERP-системы [3–5] от компаний 1С [6, 7], «Галактика» [7, 8], «Парус» [9, 10] и др. Однако ERP-системы российских разработчиков не закрывают всех потребностей отечественных предприятий, в связи с чем последние вернулись к практике реализации собственных решений. Для таких решений необходимы проектирование и разработка баз данных, как правило, реляционных, достаточных для решения задач управления различными ресурсами предприятий.

Структура информационной системы управления предприятием определяется ее базовыми бизнес-процессами, которые автоматизируются с помощью соответствующих подсистем или модулей [12] (рис. 1).

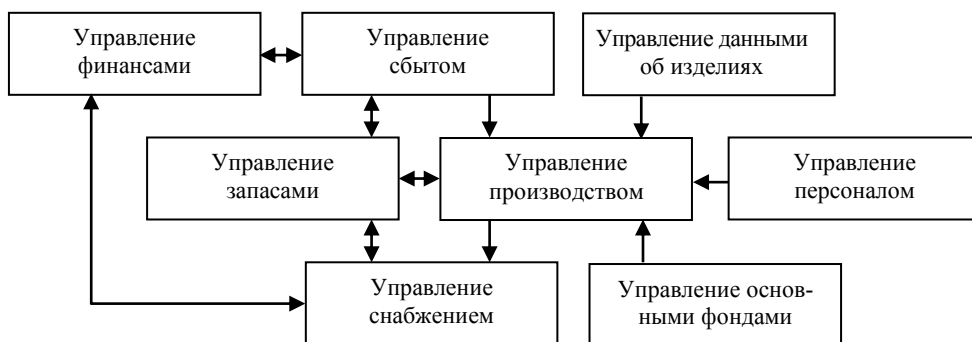


Рис. 1. Взаимодействие модулей информационной системы управления предприятием

Следует отметить, что некоторые из указанных на рис. 1 модулей информационной системы управления предприятием могут быть реализованы на основе отдельных информационных систем, таких как: системы управления цепочками поставок SCM [13, 14], системы управления складами WMS [15, 16, 17], системы оперативного управления производством MES и APS [18, 19], системы управления взаимоотношениями с клиентами CRM [20, 21], системы управления активами (основными фондами) EAM [22, 23], системы управления данными об изделиях PDM [24, 25] и др.

Вполне очевидно, что для управления снабжением, запасами, производством, сбытом, основными фондами и данными об изделиях необходимо хранение данных о товарно-материальных ценностях (ТМЦ), то есть сырье, материалах, комплектующих, готовой продукции и товарах, а также об их запасах и перемещениях (приходе, расходе).

Необходимо также отметить, что информация о запасах и перемещениях ТМЦ отражается в бухгалтерском учете, который принято относить к управлению финансами предприятия [26, 27].

Данные о единицах измерения

Одной из основных характеристик ТМЦ является единица измерения, относящаяся к определенной мере. Мера – это измеряемая

характеристика объекта или совокупности объектов. К основным мерам относятся: масса, объем, длина, площадь, количество и т.д.

Единица измерения – это один из масштабов соответствующей меры. Например, масса может быть выражена в граммах, килограммах, тоннах и т.д. Обычно в ERP-системах для каждой ТМЦ фиксируется базовая (каноническая) единица измерения, которая используется для запасов ТМЦ. При этом перемещения ТМЦ могут осуществляться в иных, отличных от базовой, единицах измерений.

Как правило, между различными единицами измерения, относящимися к одной и той же мере, существует постоянная зависимость, например, один килограмм всегда меньше одной тонны в 1000 раз.

Между единицами измерения, относящимися к различным мерам, как правило, постоянной зависимости нет. Например, количество килограммов в одном литре зависит от плотности вещества, причем для одного и того же вещества плотность может меняться в зависимости от температуры окружающей среды. Так, 1 л бензина АИ-92 зимой может весить 0,8 кг, а летом 0,6 кг.

Все вышеизложенное послужило основанием для формулировки основных принципов работы со справочником единиц измерения в ERP-системах.

Во-первых, при работе в системе единицы измерения могут использоваться сами по себе вне всякой связи с мерами. Поэтому, добавляя в справочник новую единицу измерения, можно не связывать ее с какой-либо мерой. Например, добавляя единицы измерения «килограмм» и «тонна», необязательно указывать, что они относятся к мере «масса».

Во-вторых, достаточно часто при оформлении документов необходимо использовать различные единицы измерения для одной и той же ТМЦ. Например, при реализации цемента могут потребоваться и килограммы, и тонны. В этом случае связь единиц измерения «килограмм» и «тонна» с мерой «масса» становится необходимой, так как мера выполняет роль группирующего признака.

Таким образом, если базовой единицей измерения для цемента является килограмм, а килограмм, в свою очередь, относится к мере «масса», то при выписке, например, счета-фактуры на реализацию для цемента, будут доступны все единицы измерения, относящиеся к мере

«масса»: килограммы, тонны и другие, добавленные в справочник единиц измерения и связанные с мерой «масса».

В-третьих, возможны ситуации, когда ТМЦ приходится в одних единицах измерения, хранится в других единицах измерения, а расходуется в третьих единицах измерения. В таких ситуациях не обойтись без пересчетных коэффициентов единиц измерения. Однако для каждой двух единиц измерения, относящихся к одной мере, таких пересчетных коэффициентов два. Например, при пересчете килограммов в тонны используется коэффициент 0,001 ($1 \text{ кг} = 0,001 \text{ т}$), а для пересчета тонн в килограммы коэффициент 1000 ($1 \text{ т} = 1000 \text{ кг}$).

Чтобы упростить вычисления и не хранить излишнюю информацию, может быть принято соглашение о том, что каждая мера должна иметь одну и только одну основную единицу измерения, и для нее пересчетный коэффициент равен 1. Все остальные единицы измерения данной меры имеют пересчетные коэффициенты, равные числу, на которое надо умножить основную единицу измерения, чтобы получить данную единицу измерения. Например, если для меры «масса» основной единицей измерения является килограмм, то для тонны пересчетный коэффициент будет равен 1000 ($1 \text{ т} = 1000 \text{ кг}$), а для грамма пересчетный коэффициент будет равен 0,001 ($1 \text{ г} = 0,001 \text{ кг}$).

Рассмотрим важный абстрактный пример. Пусть основной единицей измерения для меры «масса» является килограмм. При этом базовой единицей измерения для золота является грамм, т.е. на складе золото будет храниться именно в граммах. Предположим, что оформляется приходная накладная на 0,2 тонны золота и принято соглашение о том, что количество на складе получается умножением количества, указанного в накладной, на пересчетный коэффициент позиции накладной (ПКПН), который в данном случае должен перевести тонны в граммы. ПКПН будет автоматически определен по пересчетным коэффициентам единиц измерения (для тонны пересчетный коэффициент 1000, для грамма пересчетный коэффициент 0,001) последовательным переводом тонн в килограммы, а килограммов в граммы: $\text{ПКПН} = 1\,000 / 0,001 = 1\,000\,000$.

Таким образом, на складе окажется $0,2 \text{ тонны} \cdot 1\,000\,000 = 200\,000$ граммов золота.

В-четвертых, возможны ситуации, когда ТМЦ приходится в единицах измерения, относящихся к одной мере, хранится в едини-

цах измерения, относящихся к другой мере, а расходуется в единицах измерения, относящихся к третьей мере. В таких ситуациях не обойтись без пересчетных коэффициентов единиц измерения, относящихся к разным мерам. Пример фрагмента реляционной базы данных, реализующий описанные выше принципы, представлен на рис. 2.

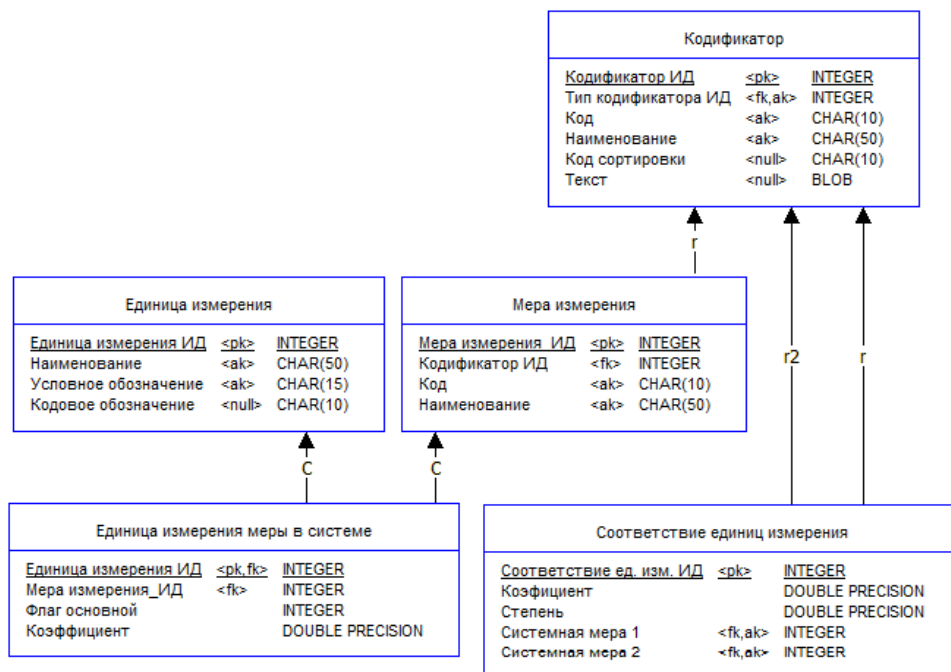


Рис. 2. Пример фрагмента реляционной базы данных для хранения информации о мерах и единицах измерения

Данные о ТМЦ

Данные о ТМЦ считаются условно постоянными. Постоянными потому, что обычно с течением времени эти данные, например, наименование, базовая единица измерения, номенклатурный номер и т.п., не изменяются. Условность связана с тем, что в некоторых случаях эти данные все-таки могут быть изменены. Например, может быть измен номенклатурный номер ТМЦ из-за введения на предприятии новой классификации. Также может быть изменено наименование ТМЦ при проведении так называемой нормализации, когда в соответствии с требованиями некоторого стандарта или соглашения структура наименований ТМЦ приводится к некоторому шаблону.

Обычно для ТМЦ используются один или несколько классификаторов, имеющих древовидную структуру. При этом вместе с данными о ТМЦ могут храниться данные об услугах (рис. 3), так как наборы атрибутов ТМЦ и услуг могут быть близки, кроме того, ТМЦ и услуги могут быть использованы одновременно в одних и тех же документах, например, накладных, счетах-фактурах, актах, спецификациях и др.

Для ТМЦ могут храниться также данные об упаковке, альтернативных наименованиях, например, на различных иностранных языках, параметрах хранения и производственного планирования и т.п. (рис. 4).

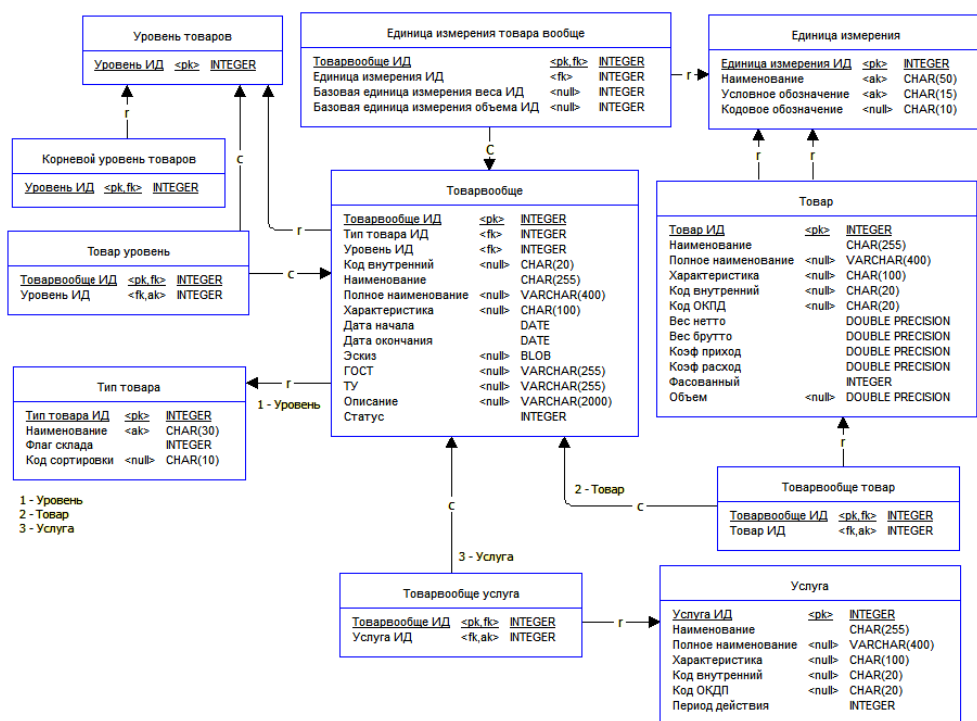


Рис. 3. Пример фрагмента реляционной базы данных для хранения информации о классификаторе ТМЦ

Данные о запасах и перемещениях ТМЦ

Существуют различные первичные документы, фиксирующие приход и расход ТМЦ на складах: накладные, ордера, приказ-накладные и т.п. Для краткости все эти документы будем называть накладными (приходными или расходными).

Работа с запасами и перемещениями ТМЦ в информационной системе должна подчиняться нескольким базовым принципам, которые predeterminedены нормативными документами, практическим опытом и здравым смыслом.

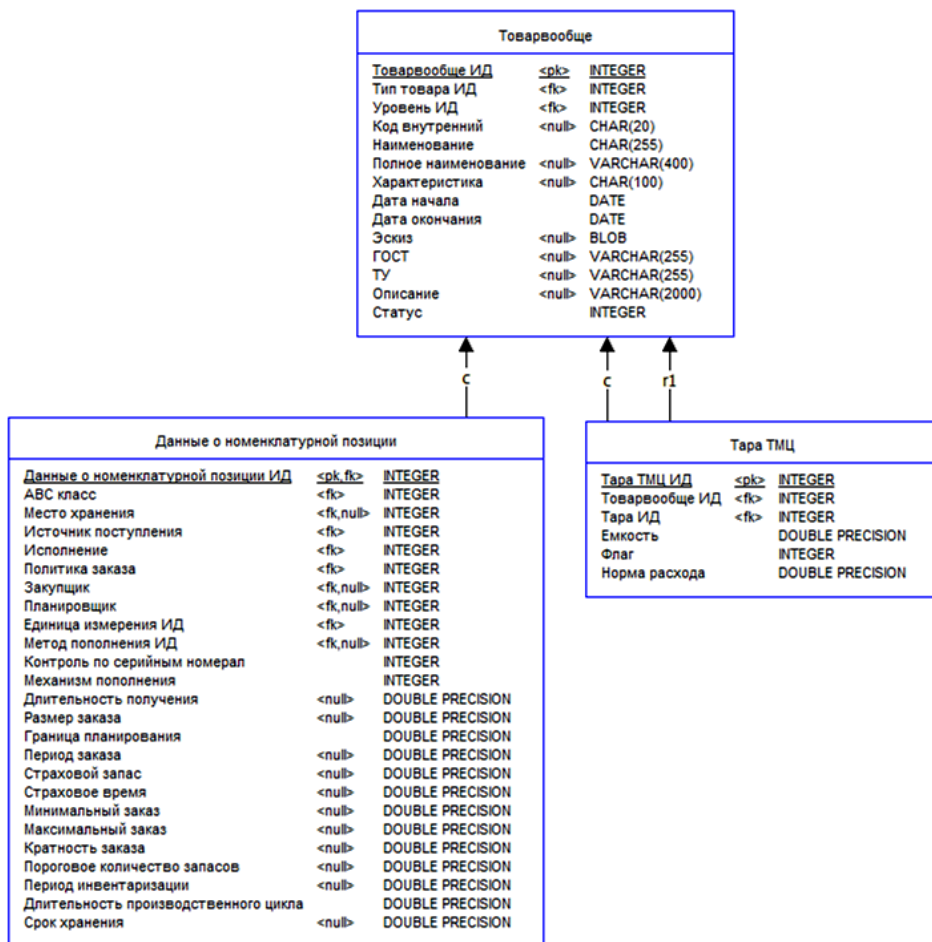


Рис. 4. Пример фрагмента реляционной базы данных для хранения информации о параметрах хранения и производственного планирования ТМЦ

Первичные документы на приход или расход ТМЦ могут быть не отражены в бухгалтерском учете.

Любой приход или расход ТМЦ, на который в информационной системе оформлен первичный документ, автоматически приводит к изменению количественных остатков ТМЦ на соответствующих складах, однако при этом указанный приход или расход может не отра-

зиться в бухгалтерском учете. Такое часто бывает, например, тогда, когда не известна закупочная цена ТМЦ. При этом приходная накладная все равно оформляется, но проводок в бухгалтерии не делается, так как суммы проводок рассчитать невозможно.

Если при оформлении первичных документов на приход или расход ТМЦ есть исходные данные для вычисления всех необходимых сумм, то эти суммы могут быть автоматически рассчитаны и подставлены в соответствующие бухгалтерские проводки. Следует отметить, что при этом бухгалтерские проводки оказываются подчиненными первичному документу.

Ни на одном из складов, используемых в информационной системе, не может быть отрицательных количественных остатков.

На практике ни один из кладовщиков не способен продемонстрировать на вверенном ему складе, например, минус пять банок краски, потому что этого просто не может быть. Все аргументы против данного принципа на самом деле обусловлены несвоевременным или неполным отражением реальных движений ТМЦ в информационной системе.

Следует особо подчеркнуть, что данный принцип касается исключительно количественных остатков. При этом суммовые остатки (сальдо) на соответствующих балансовых счетах в бухгалтерии могут быть и дебетовыми, и кредитовыми.

Для каждой ТМЦ в информационной системе должна быть определена единственная базовая (каноническая) единица измерения. На всех складах, используемых в информационной системе, партии ТМЦ должны храниться именно в базовых единицах измерения.

Если приход или расход ТМЦ осуществляется в единицах измерения, отличных от базовой, то при создании партии на складе автоматически происходит перерасчет количества и цены, при этом количество, указанное в позиции накладной, умножается на пересчетный коэффициент, а цена, указанная в накладной, делится на этот коэффициент. Следует отметить, что пересчетный коэффициент должен храниться в позиции накладной, куда должен подставляться автоматически.

Пример. Пусть в информационной системе в справочнике ТМЦ для кабеля указана базовая единица измерения метр (м), однако завод-изготовитель поставяет этот кабель с указанием количества в километрах (км). Тогда в приходной накладной появится позиция: кабель

в количестве 2 км по цене 80 000 рублей за км. При заполнении этой позиции в поле будет автоматически подставлен пересчетный коэффициент 1000. Далее при сохранении накладной на складе появится партия кабель в количестве 2000 м ($2 \cdot 1000 = 2000$) по цене 80 рублей за метр ($80000/1000=80$), при этом в самой накладной количество, цена и единица измерения не изменятся.

При оформлении в информационной системе прихода ТМЦ для каждой позиции приходной накладной должна создаваться отдельная партия на соответствующем складе (n позиций в приходной накладной – n новых партий на складе). При этом количество и цена ТМЦ в позиции приходной накладной могут не совпадать с количеством и ценой ТМЦ в связанной складской партии из-за использования в позиции накладной не базовой единицы измерения.

При оформлении в модуле расхода ТМЦ каждая позиция расходной накладной по определенному алгоритму должна привязываться к некоторой партии этой ТМЦ, имеющейся на данном складе. При этом неукоснительно выполняется принцип запрета отрицательных количественных остатков, что может привести даже к разбиению позиции расходной накладной на несколько позиций с меньшим количеством.

Пример. Пусть для склада № 1 установлен метод списания FIFO, и на нем имеются две партии краски:

- 10 банок по цене 600 рублей, дата прихода 01.08.2024, поставщик ООО «Яблонька»;
- 20 банок по цене 700 рублей, дата прихода 02.08.2024, поставщик ООО «Вишенка».

Рассмотрим три случая.

Первый случай. При попытке израсходовать 40 банок краски со склада № 1 будет выдано сообщение типа: «Расход невозможен. Недостаточно товара на складе».

Второй случай. При попытке израсходовать 5 банок краски со склада № 1 позиция расходной накладной будет привязана к первой партии и в результате на складе останется две партии:

- 5 банок по цене 600 рублей, дата прихода 01.08.2024, поставщик ООО "Яблонька";
- 20 банок по цене 700 рублей, дата прихода 02.08.2024, поставщик ООО «Вишенка».

Третий случай. При попытке израсходовать 27 банок краски со склада № 1 позиция расходной накладной, во-первых, будет разбита на две по 10 и 17 банок, во-вторых, позиция с 10 банками будет привязана к первой партии, а позиция с 17 банками будет привязана ко второй партии. В результате на складе останется одна партия: 3 банки по цене 700 руб., дата прихода 02.08.2024, поставщик ООО «Вишенка».

Приведенный пример наглядно демонстрирует, что партионный учет позволяет:

- однозначно определять учетную стоимость ТМЦ;
- однозначно определять поставщика и дату прихода ТМЦ;
- организовать произвольный метод списания ТМЦ.

Партионный учет позволяет организовать следующие методы списания ТМЦ.

Первый метод. При заполнении документа на расход ТМЦ существует возможность для каждой позиции этого документа вручную выбрать партию на складе, из которой будет осуществлен расход данной позиции. Таким образом, реализуется произвольное списание партий ТМЦ.

Второй метод. Также существует возможность автоматического распределения позиций расходного документа по имеющимся на складе партиям в соответствии с принятым для данного склада приемом списания (FIFO, LIFO).

Третий метод. Кроме того, специальные настройки позволяют организовать автоматическое распределение позиций расходного документа по имеющимся на складе партиям в соответствии с произвольным атрибутом этих партий. Таким атрибутом может быть, например, дата обязательной реализации, характеризующая срок годности ТМЦ.

Следует отметить, что при реализации любого из этих методов неукоснительно должен выполняться принцип запрета отрицательных количественных остатков.

Пример. Пусть для склада № 2 установлен метод списания FIFO, и на нем имеются четыре партии герметика:

- 1) 100 шт по цене 500 руб., дата прихода 01.08.2024, атрибут "Дата использования" со значением 01.04.2025;
- 2) 100 шт по цене 400 руб., дата прихода 02.08.2024, атрибут "Дата использования" со значением 01.05.2025;
- 3) 100 шт по цене 700 руб., дата прихода 03.08.2024, атрибут "Дата использования" со значением 01.03.2025;

4) 100 шт по цене 600 руб., дата прихода 04.08.2024, атрибут "Дата использования" со значением 01.06.2025.

Пусть также расходная накладная содержит только одну позицию герметика на 40 шт.

Первый метод списания позволит израсходовать 40 шт. из второй партии, так как она самая дешевая, если необходимо использовать именно самый дешевый герметик.

Второй метод в случае FIFO автоматически реализует 40 шт. из первой партии, так как у нее самая маленькая дата прихода, в случае LIFO автоматически реализует 40 шт. из четвертой партии, так как у нее самая большая дата прихода.

Третий метод при соответствующих настройках автоматически реализует 40 шт. из третьей партии, так как у нее самая маленькая дата использования.

Необходимое условие эффективной работы информационной системы – минимизация количества данных для ручного ввода. Все остальные недостающие данные должны быть получены автоматически. Для решения подобных задач могут быть использованы, например, расчеты документов. Эти расчеты обычно пишутся на некотором языке программирования (макроязыке), встроенном в информационную систему, отдельно для каждого типа документов. При вводе документа требуемый расчет выбирается из списка в соответствующем поле выбора.

Пример. При вводе в информационной системе расходной накладной пользователь в каждой позиции накладной указывает ТМЦ, цену, включающую НДС, и количество; в специальном поле выбирает из списка расчет, например, «Расходная накладная (НДС в том числе)». В результате выполнения расчета будут определены итоговые суммы для каждой позиции и в целом для накладной, а также суммы НДС для каждой позиции и в целом для накладной.

Использование расчетов документов придает значительную гибкость информационной системе.

Во-первых, все расчеты открыты для изменений.

Во-вторых, знание макроязыка позволяет создать произвольное количество дополнительных расчетов.

В-третьих, с помощью расчетов можно решать самые разнообразные задачи: от вычисления различных сумм до интерактивного опроса пользователей. Следует отметить, что для хранения расчетов

документов в базе данных могут быть использованы, например, специальные поля типа BLOB.

Примеры фрагментов реляционной базы данных, реализующие описанные выше принципы, представлены на рис. 5, 6.

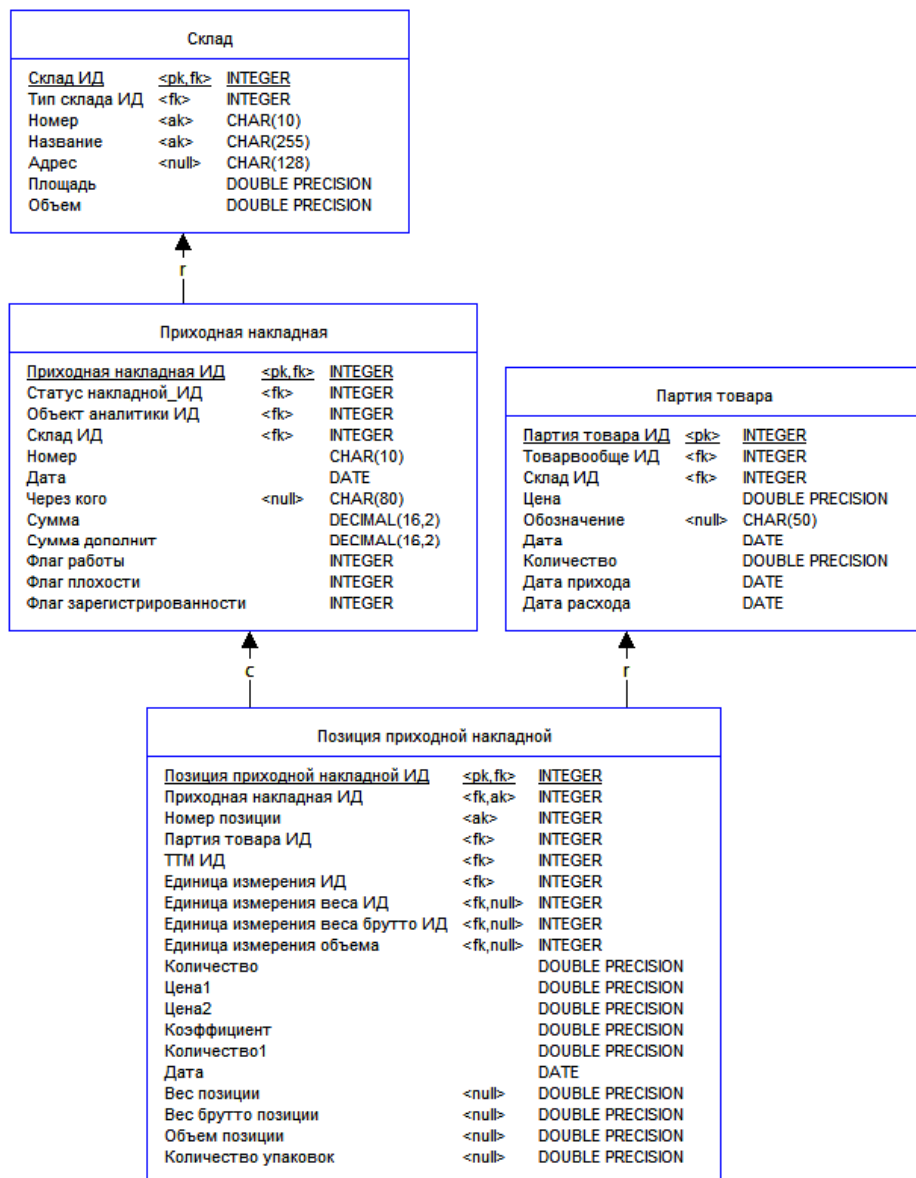


Рис. 5. Пример фрагмента реляционной базы данных для хранения информации о приходных накладных и партиях ТМЦ

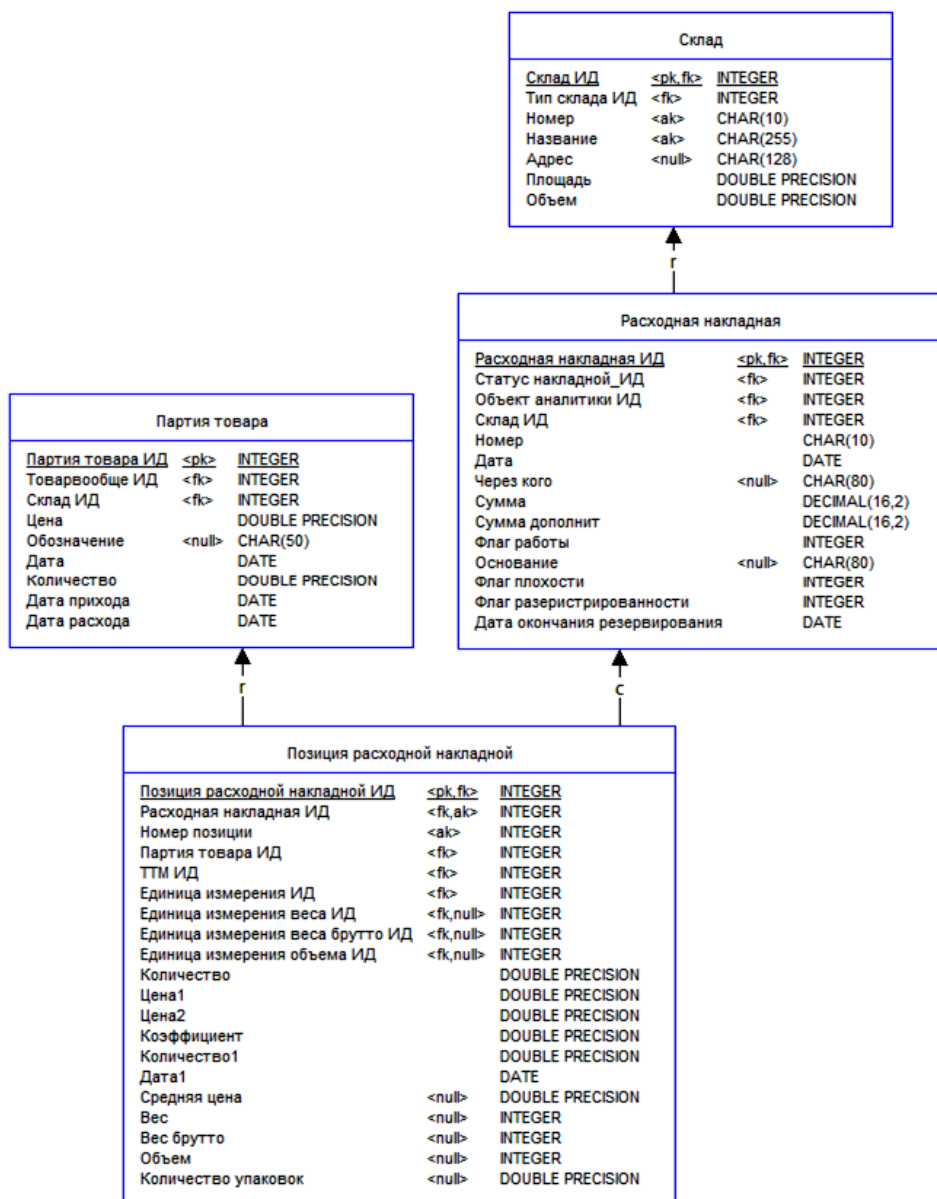


Рис. 6. Пример фрагмента реляционной базы данных для хранения информации о расходных накладных

Следует отметить, что на практике не всегда существуют возможность и необходимость использования данных о приходе и расходе ТМЦ. В этом случае информация о запасах ТМЦ может храниться в виде инвентаризационных документов.

Данные о запасах материально-технических ресурсов в местах эксплуатации газотурбинных установок

Эксплуатация газотурбинных установок (ГТУ) обычно осуществляется в течение длительного времени, например, при наземном применении на газотурбинных электростанциях (ГТЭС) заказчиков (рис. 7).

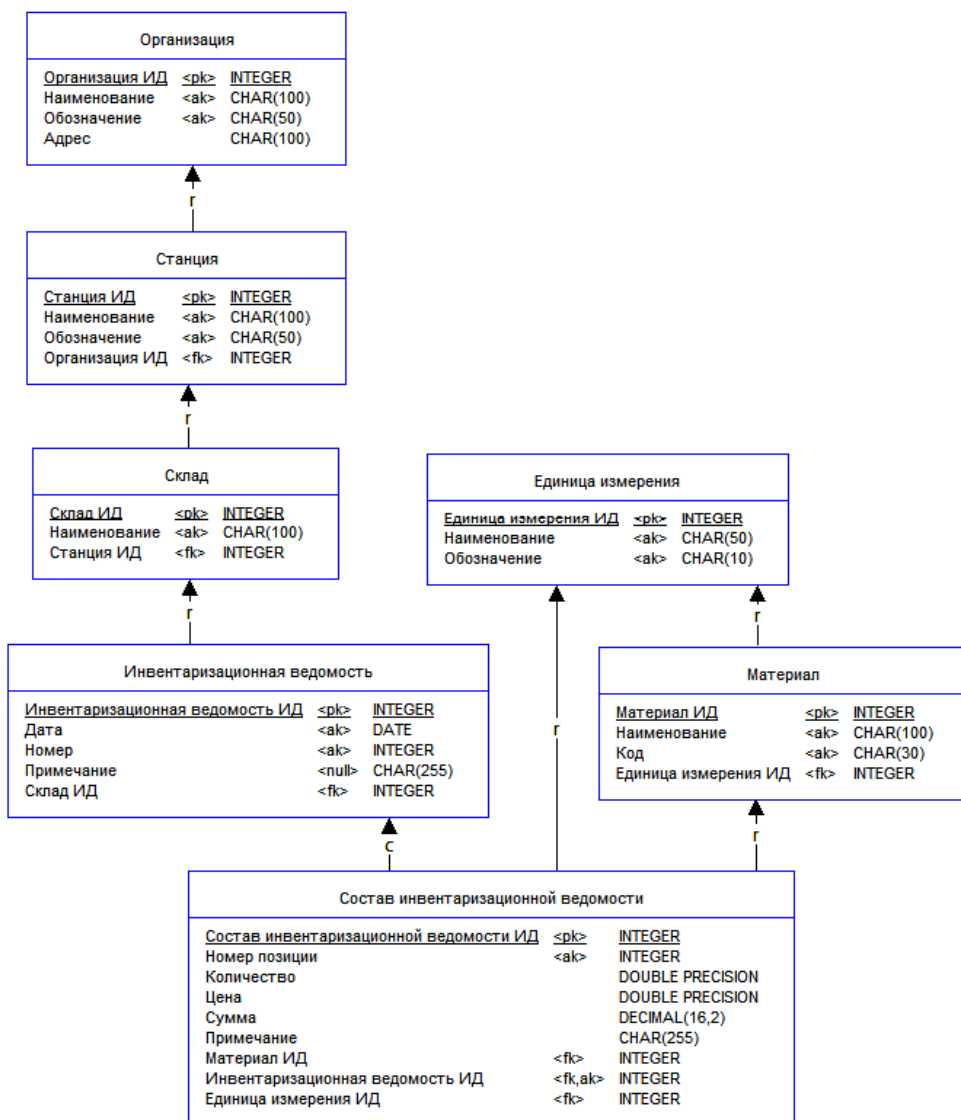


Рис. 7. Фрагмент реляционной базы данных для хранения информации о запасах МТР для ГТУ на складах ГТЭС

В период эксплуатации ГТУ ее производитель выполняет на ГТЭС заказчика различные виды работ, требующие использования большого количества разнообразных материально-технических ресурсов (МТР), в частности: монтаж, пусконаладочные работы, техническое обслуживание, ремонт и т.п.

В результате со стороны производителя ГТУ возникает необходимость в контроле состоянии запасов МТР на складах ГТЭС заказчика с целью повышения производителем эффективности и результативности выполнения перечисленных выше видов работ.

У производителей ГТУ не всегда есть возможность и необходимость учитывать приход и расход запасов МТР на складах ГТЭС заказчика в связи с тем, что значительную часть работ с ГТУ заказчик может выполнять собственными силами, и, следовательно, пополнять и использовать запасы МТР заказчик может самостоятельно без уведомления производителя ГТУ. Более того, заказчик может создавать и использовать запасы МТР на ГТЭС не только для ГТУ, но и для другого оборудования ГТЭС. В связи с этим, как было отмечено выше, информация о запасах МТР на складах ГТЭС может храниться в базе данных информационной системы производителя в виде инвентаризационных описей (рис. 7).

Формирование инвентаризационных описей в информационной системе производителя может осуществляться сотрудниками производителя каждый раз после выполнения работ для ГТУ. При этом сотрудники производителя могут фиксировать запасы только тех МТР, приход и расход которых осуществляют лично.

Заключение

Предложенные в работе новые принципы работы с данными о ТМЦ и соответствующие этим принципам структуры реляционной базы данных могут быть использованы в отечественных информационных системах управления предприятиями для решения задачи импортозамещения зарубежных ERP-систем.

В перспективе сбор и хранение данных о запасах МТР в местах эксплуатации ГТУ в рамках развития информационной системы управления предприятием позволят получить новое решение задачи оптимального планирования материально-технического снабжения ГТЭС с целью снижения себестоимости технического обслуживания и ремонта ГТУ.

Библиографический список

1. Бизнес и информационные технологии для систем управления предприятием на базе SAP: учеб. пособие для вузов / Л.И. Абросимов, С.В. Борисова, А.П. Бурцев [и др.]. – СПб.: Лань, 2024. – 812 с.
2. Башлыкова, А.А. Конфигурирование систем управления ресурсами предприятий на платформе SAP: учеб. пособие / А.А. Башлыкова. – М.: Изд-во РТУ МИРЭА, 2022. – 127 с. (Лань: электронно-библиот. система). – URL: <https://e.lanbook.com/book/256589> (дата обращения: 16.10.2024).
3. Вожаков, А.В. Интеллектуальные информационные системы управления предприятием: модели и практики: моногр. / А.В. Вожаков, В.Ю. Столбов, С.А. Федосеев. – М.: Университетская книга, 2021. – 304 с.
4. Управление производством на базе стандарта MRP II. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2005. – 416 с.
5. Крюкова, А.А. ERP-системы и корпоративные порталы: учеб. пособие / А.А. Крюкова. – Самара: Изд-во ПГУТИ, 2019. – 255 с.
6. Корниенко, Д.В. Автоматизация бизнес-процессов в 1С: ERP Управление предприятием 2: учеб.-метод. пособие / Д.В. Корниенко. – Елец: Изд-во Елецк. гос. ун-та им. И.А. Бунина, 2019. – 85 с.
7. Каргина, Е.Н. Инструментарий «1С: ERP Управление предприятий» для учетно-аналитического обеспечения бизнеса: учеб. пособие / Е.Н. Каргина. – Ростов-н/Д – Таганрог: Изд-во Южного федерального ун-та, 2020. – 350 с.
8. Ганичев, А.С. Анализ степени интеграции и функциональности системы «Галактика» / А.С. Ганичев // Потенциал современной науки. – 2016. – № 3 (20). – С. 14–18.
9. Музафарова, Г.Б. Назначение и возможности информационной системы «Парус» / Г.Б. Музафарова // NovaInfo.Ru. – 2016. – Т. 1, № 47. – С. 154–157.
10. Информационные системы и технологии в экономике и управлении: учебник для акад. бакалавриата / В.В. Трофимов, О.П. Ильина, В.И. Кияев, А.П. Приходченко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2016. – 542 с.
11. Ловыгин, В. Взаимодействие системы проектирования и технологической подготовки производства с системой управления ресурсами

сами предприятия на примере интеграции CAD/CAM/CAPP ADEM и «ПАРУС-Предприятие 8» / В. Ловыгин, А. Красильников // САПР и графика. – 2011. – № 9 (179). – С. 16–19.

12. Управление качеством продукции на современных промышленных предприятиях: моногр. / С.А. Федосеев, М.Б. Гитман, В.Ю. Столбов, А.В. Вожаков. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2011. – 229 с.

13. Управление цепью поставок (SCM): учеб. пособие / сост. П.П. Крылатков, М.А. Прилуцкая. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 140 с.

14. Иванов, Д.А. Управление цепями поставок / Д.А. Иванов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 660 с.

15. Даниленко, В.С. Функциональные возможности информационной системы WMS / В.С. Даниленко // Научный аспект. – 2024. – Т. 30, № 2. – С. 3776–3780.

16. Ковалева, И.В. Эффективное управление складской логистикой организации: WMS-система / И.В. Ковалева // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2024. – № 1-1 (107). – С. 165–167.

17. Линь, Ш. Исследование WMS-системы для автоматизации бизнес-процессов на складе / Ш. Линь // Научный аспект. – 2024. – Т. 9, № 1. – С. 1098–1104.

18. Загидуллин, Р.Р. Управление машиностроительным производством с помощью систем MES, APS, ERP: моногр. / Р.Р. Загидуллин. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 369 с.

19. Смирнова, А.Е. Система оперативного управления (MES-система) / А.Е. Смирнова // Вестник современных исследований. – 2020. – № 7-5 (37). – С. 28–30.

20. Гринберг, П. CRM со скоростью света: привлечение и удержание клиентов в реальном времени через Интернет: пер. с англ. / П. Гринберг. – СПб.: Символ-Плюс, 2006. – 528 с.

21. Чурин, А.И. Как внедрить CRM. Опыт проектов amoCRM и Битрикс24 / А.И. Чурин. – СПб.: Питер, 2023. – 336 с.

22. Алексеев, В.Ю. Проектирование и разработка системы управления активами предприятия EAM-системы / В.Ю. Алексеев, А.М. Хафизов // Components of Scientific and Technological Progress. – 2023. – № 10 (88). – С. 68–72.

23. Измайлов, М.К. Сравнительный анализ современных ЕАМ-систем, используемых в российской и зарубежной практике / М.К. Измайлов // *Beneficium*. – 2020. – № 2 (35). – С. 35–42.

24. Доросинский, Л.Г. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия / Л.Г. Доросинский, О.М. Зверева. – Ульяновск: Зебра, 2016. – 243 с.

25. Федотова, А.В. Построение модели изделия в PDM-системе: методические указания к выполнению лабораторных работ / А.В. Федотова, М.В. Овсянников, С.А. Буханов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 63 с.

26. Кандраков, Н.П. Бухгалтерский (финансовый, управленческий) учет: учебник / Н.П. Кандраков. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Проспект, 2016. – 512 с.

27. Голубева, О.Л. 1С: Бухгалтерия: учебник для вузов / О.Л. Голубева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2024. – 161 с.

References

1. Abrosimov L.I., Borisova S.V., Burtsev A.P. et al. *Biznes i informatsionnye tekhnologii dlia sistem upravleniia predpriatiem na baze SAP* [Business and information technologies for SAP-based enterprise management systems]. Saint Petersburg: Lan', 2024, 812 p.

2. Bashlykova A.A. *Konfigurirovanie sistem upravleniia resursami predpriatii na platforme SAP* [Configuration of enterprise resource management systems on SAP platform]. Moscow: RTU MIREA, 2022, 127 p. (Lan': elektronno-bibliotchnaia sistema), available at: <https://e.lanbook.com/book/256589> (дата обращения: 16.10.2024).

3. Vozhakov A.V., Stolbov V.Iu., Fedoseev S.A. *Intellectual'nye informatsionnye sistemy upravleniia predpriatiem: modeli i praktiki* [Intelligent information systems of enterprise management: models and practices]. Moscow: Universitetskaia kniga, 2021, 304 p.

4. *Upravlenie proizvodstvom na baze standarta MRP II* [Production management based on MRP II standard]. 2nd ed. Saint Petersburg: Piter, 2005, 416 p.

5. Kriukova A.A. *ERP-sistemy i korporativnye portaly* [ERP systems and corporate portals]. Samara: Povolzhskii gosudarstvennyi universitet telekommunikatsii i informatiki, 2019, 255 p.

6. Kornienko D.V. Avtomatizatsiia biznes-protssessov v 1S: ERP Upravlenie predpriiatiem 2 [Automation of business processes in 1C: ERP Enterprise Management 2]. Elets: Eletsii gosudarstvennyi universitet imeni I.A. Bunina, 2019, 85 p.

7. Kargina E.N. Instrumentarii "1S: ERP Upravlenie predpriiatiem" dlia ucheto-analiticheskogo obespecheniia biznesa ["1C: ERP Enterprise Management" toolkit for accounting and analytical business support]. Rostov-n/D. - Taganrog: Iuzhnyi federal'nyi universitet, 2020, 350 p.

8. Ganichev A.S. Analiz stepeni integratsii i funktsional'nosti sistemy "Galaktika" [The analysis of the degree of integration and the functionality of the system "Galaxy"]. *Potentsial sovremennoi nauki*, 2016, no. 3 (20), pp. 14-18.

9. Muzafarova G.B. Naznachenie i vozmozhnosti informatsionnoi sistemy "Parus" [Purpose and capabilities of the "Parus" information system]. *NovaInfo.Ru*, 2016, vol. 1, no. 47, pp. 154-157.

10. Trofimov V.V., Il'ina O.P., Kiiaev V.I., Prikhodchenko A.P. Informatsionnye sistemy i tekhnologii v ekonomike i upravlenii [Information systems and technologies in economics and management]. 4nd ed. Moscow: Юрайт, 2016, 542 p.

11. Lovygin V., Krasil'nikov A. Vzaimodeistvie sistemy proektirovaniia i tekhnologicheskoi podgotovki proizvodstva s sistemoi upravleniia resursami predpriatiia na primere integratsii CAD/CAM/CAPP ADEM i "PARUS-Predpriatie 8" [Interaction of the design system and technological preparation of production with the enterprise resource management system on the example of integration of CAD/CAM/CAPP ADEM and "PARUS-Enterprise 8"]. *SAPR i grafika*, 2011, no. 9 (179), pp. 16-19.

12. Fedoseev S.A., Gitman M.B., Stolbov V.Iu., Vozhakov A.V. Upravlenie kachestvom produktsii na sovremennykh promyshlennykh predpriatiiakh [Product quality management in modern industrial enterprises]. Perm': Permskii natsional'nyi issledovatel'skii politekhnicheskii universitet, 2011, 229 p.

13. Krylatkov P.P., Prilutskaia M.A. Upravlenie tsep'iu postavok (SCM) [Supply Chain Management (SCM)]. Ekaterinburg: Ural'skii universitet, 2018, 140 p.

14. Ivanov D.A. Upravlenie tsepiami postavok [Supply Chain Management]. Saint Petersburg: Politekhnicheskii universitet, 2009, 660 p.

15. Danilenko V.S. Funktsional'nye vozmozhnosti informatsionnoi sistemy WMS [Functionality of the WMS information system]. *Nauchnyi aspekt*, 2024, vol. 30, no. 2, pp. 3776-3780.

16. Kovaleva I.V. Effektivnoe upravlenie skladskoi logistikoi organizatsii: WMS-sistema [Effective management of warehouse logistics of an organization: WMS-system]. *Ekonomika i biznes: teoriia i praktika*, 2024, no. 1-1 (107), pp. 165-167.

17. Lin' Sh. Issledovanie WMS-sistemy dlia avtomatizatsii biznes-protsessov na sklade [Effective management of the organization's warehouse logistics: WMS system]. *Nauchnyi aspekt*, 2024, vol. 9, no. 1, pp. 1098-1104.

18. Zagidullin R.R. Upravlenie mashinostroitel'nym proizvodstvom s pomoshch'iu sistem MES, APS, ERP [Management of machine-building production using MES, APS, ERP systems]. *Staryi Oskol: TNT*, 2011, 369 p.

19. Smirnova A.E. Sistema operativnogo upravleniia (MES-sistema) [Manufacturing Execution systems (MES-system)]. *Vestnik sovremennykh issledovaniï*, 2020, no. 7-5 (37), pp. 28-30.

20. Grinberg P. CRM so skorost'iu sveta: privlechenie i uderzhanie klientov v real'nom vremeni cherez Internet [CRM at the Speed of Light: Capturing and Keeping Customers in Internet Real Time]. Saint Petersburg: Simvol-Plus, 2006, 528 p.

21. Churin A.I. Kak vnedrit' CRM. Opyt proektov amoCRM i Bitriks24 [How to implement CRM. Experience of amoCRM and Bitrix24 projects]. Saint Petersburg: Piter, 2023, 336 p.

22. Alekseev V.Iu., Khafizov A.M. Proektirovanie i razrabotka sistemy upravleniia aktivami predpriiatiia EAM-sistemy [Design and Development of the Enterprise Asset Management System EAM System]. *Components of Scientific and Technological Progress*, 2023, no. 10 (88), pp. 68-72.

23. Izmailov M.K. Sravnitel'nyi analiz sovremennykh EAM-sistem, ispol'zuemykh v rossiiskoi i zarubezhnoi praktike [Comparative analysis of modern eam-systems used in Russian and foreign practice]. *Beneficium*, 2020, no. 2 (35), pp. 35-42.

24. Dorosinskii L.G., Zvereva O.M. Informatsionnye tekhnologii podderzhki zhiznennogo tsikla izdeliia [Information technology for product lifecycle support]. Ul'ianovsk: Zebra, 2016, 243 p.

25. Fedotova A.V., Ovsiannikov M.V., Bukhanov S.A. Postroenie modeli izdeliia v PDM-sisteme: metodicheskie ukazaniia k vypolneniiu laboratornykh работ [Building a product model in a PDM system. Guidelines for laboratory work]. Moscow: Moskovskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet imeni N.E. Baumana, 2017, 63 p.

26. Kandakov N.P. Bukhgalterskii (finansovyi, upravlencheskii) uchët [Accounting (financial, managerial)]. 4th ed. Moscow: Prospekt, 2016, 512 p.

27. Golubeva O.L. 1S: Bukhgalteriia [1C: Enterprise]. 2nd ed. Moscow: Iurait, 2024, 161 p.

Сведения об авторах

Федосеев Сергей Анатольевич (Пермь, Российская Федерация) – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Вычислительная математика, механика и биомеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: fsa@gelicon.biz).

Морозов Антон Максимович (Пермь, Российская Федерация) – студент 2 курса Передовой инженерной школы Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: anmor5959@gmail.com).

Валетов Илья Игоревич (Пермь, Россия) – начальник отделения летных испытаний и эксплуатации, руководство ОКБ, АО «ОДК-Авиадвигатель» (614010, Пермь, Комсомольский пр., 93, e-mail: valetov@avid.ru).

Агалаков Артем Александрович (Пермь, Российская Федерация) – начальник бригады информационно-технического обеспечения, отдел эксплуатации ГТУ наземного применения и ГТЭС, АО «ОДК-Авиадвигатель» (614010, Пермь, Комсомольский пр., 93, e-mail: agalakov@avid.ru).

About the authors

Sergey A. Fedoseev (Perm, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor Department for Computing Mathematics, Mechanics and Biomechanics Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, 29, Komsomolsky pr., e-mail: fsa@gelicon.biz).

Anton M. Morozov (Perm, Russian Federation) – 2nd year student, Advanced Engineering School, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, 29, Komsomolsky pr., e-mail: anmor5959@gmail.com).

Ilya I. Valetov (Perm, Russian Federation) – Head of Flight Tests and Maintenance Division, JOINT-STOCK COMPANY «UEC-AVIADVIGATEL» (614010, Perm, 93, Komsomolsky pr., e-mail: valetov@avid.ru).

Artyom A. Agalakov (Perm, Russian Federation) – Team lead of information and technical support, JOINT-STOCK COMPANY «UEC-AVIADVIGATEL» (614010, Perm, 93, Komsomolsky pr., e-mail: agalakov@avid.ru).

Поступила: 24.10.2024. Одобрена: 08.11.2024. Принята к публикации: 29.11.2024.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов по отношению к статье.

Вклад авторов. Авторы сделали равноценный вклад в подготовку статьи.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Структуры данных ERP-систем для управления материально-техническими ресурсами / С.А. Федосеев, А.М. Морозов, И.И. Валетов, А.А. Агалаков // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2024. – № 52. – С. 139–161. DOI: 10.15593/2224-9397/2024.4.07

Please cite this article in English as:

Fedoseev S.A., Morozov A.M., Valetov I.I., Agalakov A.A. Data structures of ERP-systems for inventory control. *Perm National Research Polytechnic University Bulletin. Electrotechnics, information technologies, control systems*, 2024, no. 52, pp. 139-161. DOI: 10.15593/2224-9397/2024.4.07