

УДК 628.86

DOI: 10.35211/1990-5297-2024-1-284-46-50

*С. А. Марков, В. В. Зинченко, Н. В. Козловцева***АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ****Волгоградский государственный технический университет**

E-mail: app@vstu.ru

В статье описаны актуальные вопросы управления складскими запасами промышленных предприятий. Представлены разработанные алгоритмы для автоматизированной системы управления запасами машиностроительного предприятия, внедрение которой позволит минимизировать затраты на хранение и организацию материально-производственных запасов.

Ключевые слова: управление запасами, модели данных, ERP-система, алгоритмы по расписанию, автоматизированная система управления запасами.

*S. A. Markov, V. V. Zinchenko, N. V. Kozlovtsava***AUTOMATED INVENTORY MANAGEMENT SYSTEM FOR A
MACHINE-BUILDING ENTERPRISE****Volgograd State Technical University**

The article describes current issues of inventory management at industrial enterprises. The developed algorithms for an automated inventory management system for a machine-building enterprise, the implementation of which will minimize the costs of storing and organizing inventories, are presented.

Keywords: inventory management, data models, ERP-system, schedule algorithms, automated inventory management system.

Согласно «Стратегии в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Волгоградской области» от 2022 г., промышленные предприятия региона показывают недостаточный уровень внедрения автоматизированных систем управления [1]. Этот параметр сильно влияет на возможность достижения «цифровой зрелости» не только самого предприятия, но и экономики в целом. В частности, в 2021 году индекс *DigitalIQ* машиностроения в РФ составил всего 1,6 из 5 баллов, что в два раза меньше, чем у лучших мировых практик [2].

Полномасштабная цифровизация машиностроительного предприятия должна охватывать все сферы его деятельности, в том числе процессы управления запасами, которые являются важной составной частью системы управления. Эффективность этих процессов характеризуется таким ключевым критерием, как величина затрат, образующихся при управлении запасами. На практике реализация рационального управления запасами представляется комплексной проблемой. Предприятие несет потери и в случае, когда запас комплектующих недостаточен, что может привести к нарушению ритмичности производства, росту себестоимости продукции, срыву сроков выполнения

работ по договорам, потере прибыли и репутации компании; и в случае, когда запас чрезмерен – происходит "замораживание" оборотных средств организации, растут затраты на хранение запасов.

Также важным вопросом является необходимая величина запасных частей, которые предприятие создает на случай непредвиденных сбоев с поставкой, браком при производстве, поломке инструментов, оборудования.

Другой проблемой является разработка алгоритма автоматической корректировки заявок при ограничении оборотного капитала. Автоматизированная система при формировании очередной заявки определяет оптимальные объемы закупки товаров. В некоторые моменты времени общая стоимость заказываемых товаров может оказаться больше имеющихся в наличии свободных денег [3].

В настоящее время решение задач повышения эффективности управления предприятием в целом невозможно без применения современных вычислительных систем и программных комплексов. На российском рынке в последние годы представлено достаточно большое количество программных продуктов, способствующих повышению качества и эффективности процессов снабжения потребителей различной

продукцией. Однако в подавляющем большинстве имеющихся на российском рынке программных продуктов хорошо представлены функции учета и движения товаров и, практи-

чески, отсутствуют функции по количественному расчету рациональных объемов запасов. Это значительно снижает эффективность применения существующих программных продуктов.

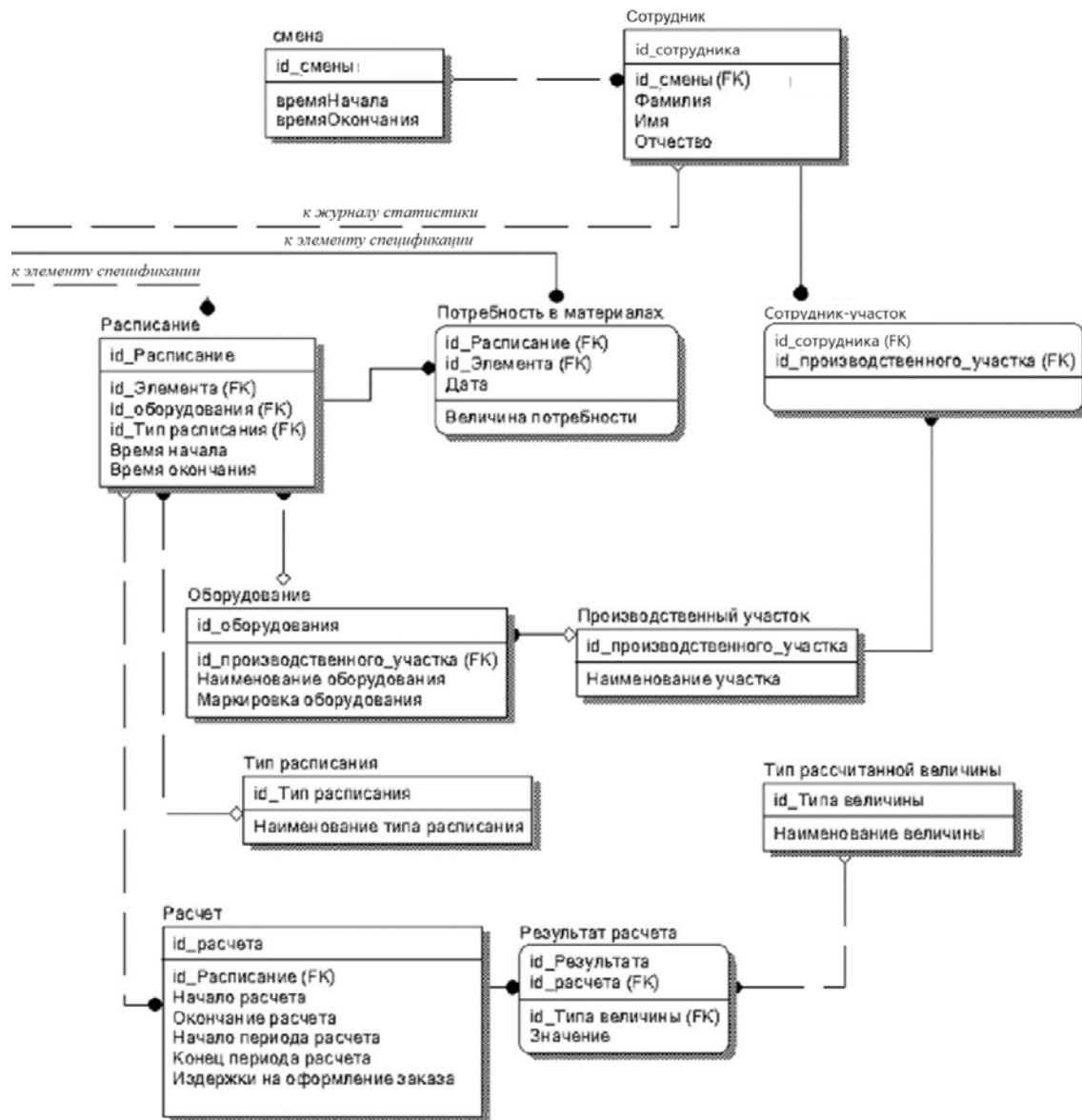


Рис. 1. Часть логической структуры базы данных

Отсюда следует необходимость исследования и создания на российских предприятиях таких систем управления запасами, которые бы учитывали особенности отечественного производства, главной из которых, в данном случае, является позаказный характер изготовления продукции.

Предлагается разрабатывать автоматизированную систему управления запасами в соответствии с основными принципами RUP-методологии (*Rational Unified Process*).

На рис. 1 приведена часть логической структуры базы данных, посвященная расписаниям и описывающая основные сущности и их взаимосвязи. На основании данной информации впоследствии разрабатывается физическая структура БД.

После анализа CASE-средств, представленных на рынке (ARIS, EnterpriseArchitect, ERWin/BPWin, IBM Rational) было принято решение об использовании EnterpriseArchitect, ERWin/BPWin в качестве основных систем поддержки

разработки ПП. Данные средства отличаются простотой освоения, поддержкой полного жизненного цикла ИС, обеспечение целостности

проекта и поддержку одновременной работы нескольких групп разработчиков. При этом данные продукты имеют низкую стоимость лицензии.

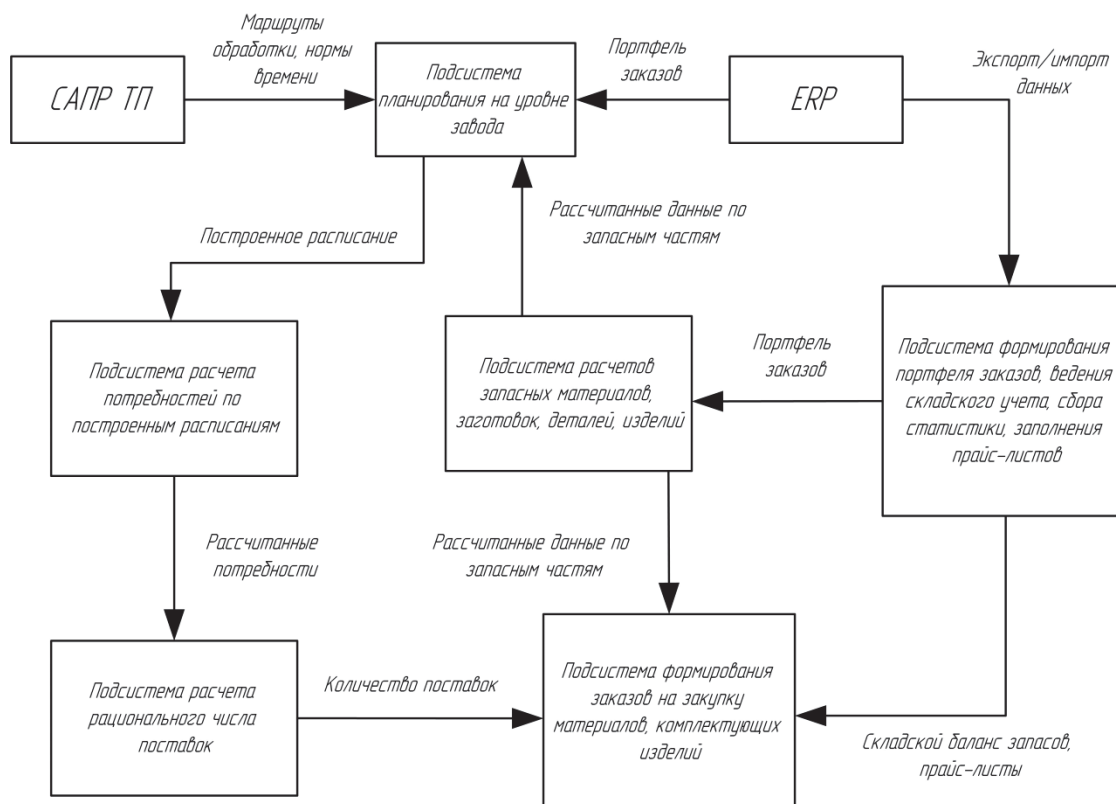


Рис. 2. Взаимодействие системы управления запасами с другими информационными системами

В качестве модели данных для проектируемой системы была выбрана реляционная модель. Исходя из выбранной модели данных, была спроектирована схема логической модели данных (диаграмма ERD- модель сущность-связь).

Для осуществления работы программы необходима интеграция с системой планирования, в которой ведется построения расписаний. Разрабатываемая система имеет функции сбора разнородной информации, и при наличии других рабочих систем, необходимо предусмотреть импорт данных, для предотвращения дублирования ввода информации. Взаимодействие систем приведено на рис. 2.

Алгоритм формирования потребностей в материалах и комплектующих по расписаниям приведен на рис. 3.

Ограничения на операцию формирования заказов с учетом наличия складских остатков:

1) брак производства или брак материала не рассматривается;

2) период между поставками больше, чем

период заказа и поставки, что обеспечивает отсутствие в модели страховых запасов;

3) считается, что расписание рассчитывается с учетом всех не произведенных деталей, изделий и прочих объектов производства, это обеспечивает расчет актуальных потребностей к моменту заказа и препятствует возникновению ситуаций простоя производства;

4) количество внешних поставщиков принимается равным 2 – 3.

Расчет параметров управления запасами при многопродуктовых поставках для машиностроительных предприятий, с учетом ограничений на максимальный размер капитала, который предполагается вложить в запасы, выполняется следующим образом:

1) рассчитываются оптимальные партии поставок S_{oi} по каждому i -му виду продукции ($i=1, \dots, N$) по формуле Уилсона.

$$S_{oi} = \sqrt{\frac{2C_{oi}A}{C_{ni}f}},$$

где A – потребность в заказываемом продукте

в течении рассматриваемого периода, ед.; C_{oi} – затраты на выполнение одного заказа, руб.; S_{oi} – искомая величина заказа, ед.; C_{ni} – цена едини-

цы продукции, хранимой на складе, руб.; f – коэффициент, отражающий затраты на хранение запаса в виде доли от цены C_{ni} ;

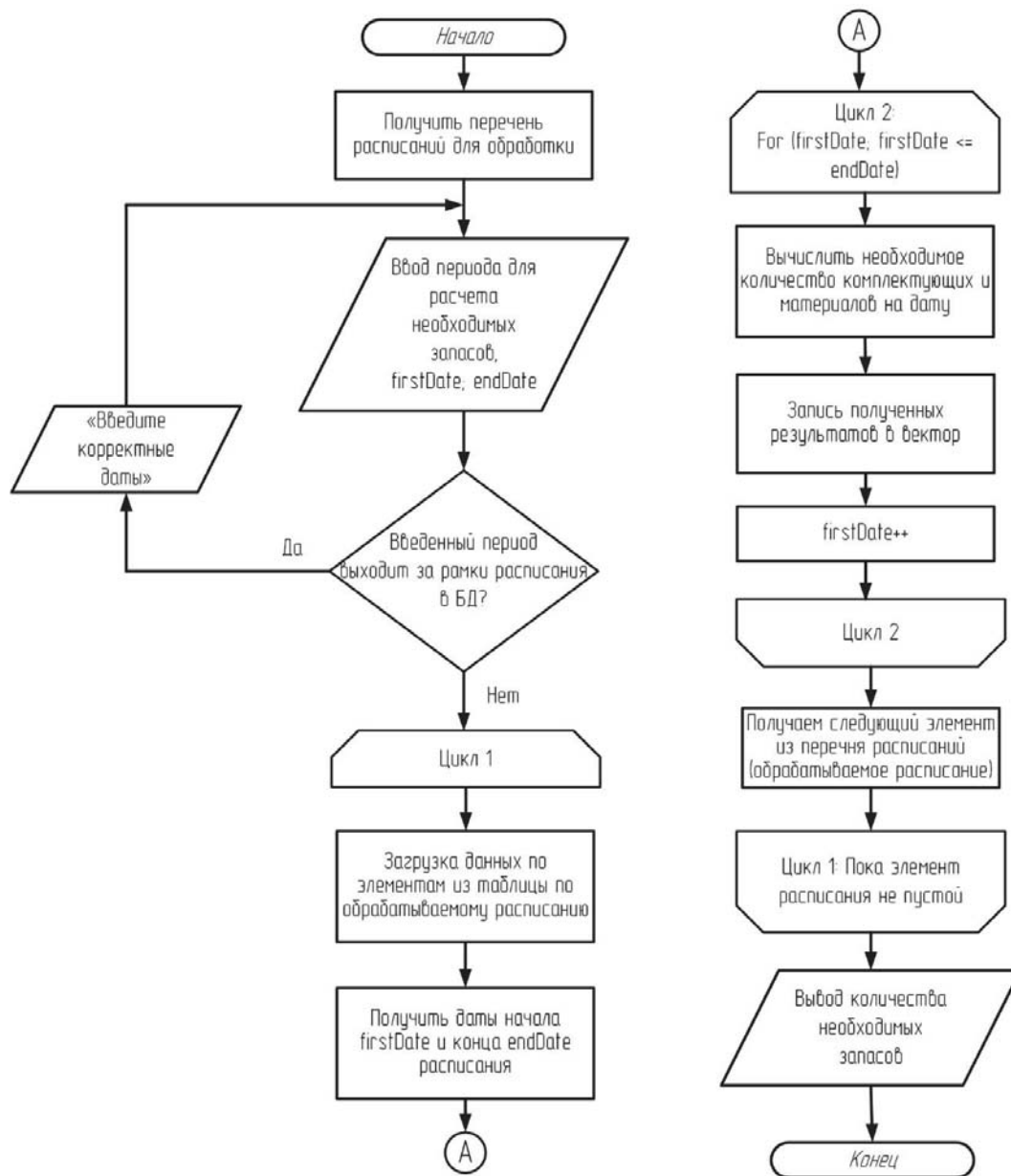


Рис. 3. Алгоритм расчета потребностей в материалах и комплектующих по расписаниям

2) сравниваются затраты, связанные с запасами продукции и капиталом B , выделенном на приобретение продукции:

$$B \geq \kappa \sum_{i=1}^N S_{oi} C_{ni},$$

где κ – коэффициент, введенный для учета неодновременности поступления i -ых видов продукции; $0 < \kappa \leq 1$. Принято $\kappa = 0,5$.

Если неравенство соблюдается, то поставки осуществляются в рассчитанных ранее объе-

мах. Соответственно, переменные затраты на выполнение заказа и хранение при многопродуктовой поставке определяется по формуле:

$$C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N \sqrt{2A_i C_{oi} C_{ni} f};$$

3) если неравенство не соблюдается, то для расчета оптимальных значений S_{oi} применяется т. н. метод множителей Лагранжа. Исходное уравнение – функция Лагранжа – записывается в виде

$$C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{A_i C_{0i}}{S_i} + \frac{S_i C_{ni} f}{2} \right) + z \left(B - k \sum_{i=1}^N S_i C_{ni} \right),$$

где z – неопределенный множитель Лагранжа.

Оптимальные значения S_{oi} определяются из решения системы, включающей Нуравнений

типа $\frac{dC_{\Sigma}}{dS_i} = 0$ и уравнения $\frac{dC_{\Sigma}}{dz} = 0$ [4].

Конечным результатом работы разрабатываемой системы представляется не только расчет оптимального количества и сроков поставки комплектующих, но и интегрирование модели управления запасами в глобальную систему управления предприятием, что позволит повысить гибкость и прозрачность контроля производственного процесса. Система позволит рационализировать позаказное производство на машиностроительных предприятиях на основе потребностей материалов и комплектующих,

калькулируемых из производственных расписаний.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Распоряжение губернатора Волгоградской области от 29 августа 2022 г. № 213-р «О внесении изменения в распоряжение Губернатора Волгоградской области от 18 августа 2021 г. № 167-р “Об утверждении Стратегии в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Волгоградской области”». – Волгоград, 2022.

2. *Рахлис, Т. П.* Оценка цифровой зрелости промышленного предприятия: методологический аспект / Т. П. Рахлис, М. М. Исаева // Российские регионы в фокусе перемен : сб. докл. в двух томах (18–20 ноября 2021 года, Екатеринбург). – Том 1. – Екатеринбург : УрФУ, 2022. – С. 480–484.

3. *Малах, С. А.* Максимизация удельной приведенной прибыли в системах управления запасами / С. А. Малах, В. В. Сервах // Автоматика и телемеханика. – 2020. – № 5. – С. 106–118.

4. Корпоративная логистика в вопросах и ответах : монография / под общ. и науч. ред. проф. В. И. Сергеева. – Москва : ИНФРА-М, 2023. – 634 с.