



DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2024.4.18>

UDC 338.45

LBC 65.29

Submitted: 25.09.2024

Accepted: 21.10.2024

STRUCTURAL MODEL OF THE DECISION SUPPORT SYSTEM FOR MANAGING THE SUPPLY OF MATERIAL RESOURCES OF A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE

Polina A. Nechaeva

Kazan Innovation University named after V.G. Timiryasov, Kazan, Russian Federation

Larisa A. Simonova

Kazan Federal University – Naberezhnye Chelny Institute, Naberezhnye Chelny, Russian Federation

Abstract. In the context of digital transformation, the problem of supply management remains one of the urgent problems of any machine-building enterprise, requiring both theoretical and practical solutions. The potential of artificial intelligence to improve the efficiency of supply management in companies is obvious, but the level of implementation of solutions based on it remains low today. Enterprises are not ready to invest and allocate significant resources to implement elements of artificial intelligence in their activities, which is facilitated by the lack of transparency regarding the requirements for the implementation of artificial intelligence in the supply system of enterprises and experience with such technologies. The article proposes a structural model of a decision support system for supply management of machine-building enterprises, which assumes the possibility of making decisions automatically. Thanks to the use of artificial intelligence elements, the speed of the system's response to changes in the initial data, both in the external and internal environment of the enterprise, will be significantly increased. This model has a number of advantages, the most significant of which are the integrated management of the supply, taking into account the features of its two constituent blocks: procurement management and supplier management, improving the quality of decisions made in the supply management due to the use of accumulated experience in the system, which will reduce the time and material costs of enterprises, as well as transaction costs arising when solving the problem of finding a supplier and supplies, negotiating, and concluding contracts with suppliers. The system will also allow solving new, complex problems in the field of management of the supply, using or adapting existing solutions in the precedent base of the decision support system, and explaining the decisions obtained. The proposed intelligent system makes decisions automatically, freeing up managers' time to make strategic decisions in supply in other areas of the enterprise. The results presented in the article can be useful to researchers and managers in the field of supply activities, which can be used for more effective enterprise management in the process of digital transformation.

Key words: expert system, supply management, artificial intelligence, decision support system, machine-building enterprises.

Citation. Nechaeva P.A., Simonova L.A. Structural Model of the Decision Support System for Managing the Supply of Material Resources of a Machine-Building Enterprise. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika* [Journal of Volgograd State University. Economics], 2024, vol. 26, no. 4, pp. 231-240. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2024.4.18>

УДК 338.45

ББК 65.29

Дата поступления статьи: 25.09.2024

Дата принятия статьи: 21.10.2024

СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ЭТАПЕ УПРАВЛЕНИЯ СНАБЖЕНИЕМ МАТЕРИАЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Полина Александровна Нечаева

Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирязова, г. Казань, Российская Федерация

Лариса Анатольевна СимоноваНабережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета,
г. Набережные Челны, Российская Федерация

Аннотация. В условиях цифровой трансформации проблема управления снабжением остается в числе актуальных проблем любого машиностроительного предприятия, требующая как теоретического, так и практического решения. Очевиден потенциал искусственного интеллекта для повышения эффективности управления снабженческой деятельностью в компаниях, но уровень внедрения решений на его базе остается низким на сегодняшний день. Предприятия не готовы инвестировать и выделять значительные ресурсы на внедрение элементов искусственного интеллекта в свою деятельность, чему способствует отсутствие прозрачности в отношении требований к внедрению искусственного интеллекта в систему снабжения предприятий и опыта работы с такими технологиями. В статье предлагается структурная модель системы поддержки принятия решений при управлении снабжением машиностроительных предприятий, предполагающая возможность принятия решений в автоматическом режиме. Благодаря использованию элементов искусственного интеллекта, будет значительно увеличена скорость реакции системы на изменение исходных данных, как во внешней, так и внутренней среде предприятия. Данная модель обладает рядом достоинств, значимыми из которых являются комплексное управление снабжением с учетом особенностей ее двух составных блоков: управления закупками и управление поставщиками, повышение качества принимаемых решений при управлении снабжением в связи использованием в системе накопленного опыта, что позволит сократить временные и материальные затраты предприятий, а также трансакционные издержки, возникающие при поиске поставщиков и предметов снабжения, ведении переговоров и заключении договоров с поставщиками. Также система позволит решать сложные задачи в области управления снабжением, используя или адаптируя уже имеющиеся решения в базе прецедентов системы, и объяснять новые. Предлагаемая интеллектуальная система принимает решения в автоматическом режиме, высвобождая время менеджеров на принятие стратегических решений в снабжении в других сферах деятельности предприятия. Представленные в статье результаты могут быть полезны исследователям и руководителям в области снабженческой деятельности, которые можно использовать в целях более эффективного управления предприятием в процессе цифровой трансформации.

Ключевые слова: экспертная система, управление снабжением, искусственный интеллект, система поддержки принятия решений, машиностроительное предприятие.

Цитирование. Нечаева П. А., Симонова Л. А. Структурная модель системы поддержки принятия решений на этапе управления снабжением материальными ресурсами машиностроительного предприятия // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. – 2024. – Т. 26, № 4. – С. 231–240. – DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2024.4.18>

Введение

В условиях глобальной цифровой трансформации под влиянием четвертой промышленной революции (Индустрия 4.0) меняются требования к управлению снабжением машиностроительных предприятий. Распространение искусственного интеллекта (далее – ИИ), новый подход к производству на основе информационных технологий, новая продукция машиностроения предполагают увеличение производительности сотрудников предприятий, повышение безопасности труда за счет внедрения ИИ на рабочих местах в опасных условиях труда, повышение конкурентоспособности, а также появление новых правил управления снабжением в компаниях.

ИИ позволяет на порядок снизить компаниям издержки, в том числе на снабжение предприятий материальными ресурсами. Для оптимизации бизнес-моделей и расходов в системе снабжения можно эффективно использовать интеллектуальный анализ данных. Создание экспертной системы (далее – ЭС) управления снабжением материальными ресурсами машиностроительных предприятий позволит связать накопленную информацию с профилями поставщиков и потребителей, анализировать экономические показатели, благодаря чему менеджеры могут прогнозировать спрос с постоянно увеличивающейся точностью, существенно снизить затраты на планирование предметов снабжения, выстраивать долгосрочные отношения с поставщиками, высвободить время на принятие стратегичес-

ки важных решений, а также более эффективно распределять ресурсы, тем самым снижая затраты компании в целом. ИИ и машинное обучение являются ключевыми технологиями для организаций, осуществляющих снабженческую деятельность по всему миру, но их использование все еще находится на начальной стадии [Spreitzenbarth et al., 2024; The Role of Artificial Intelligence ... , 2023]. По мнению исследователей [Future Business ... , 2022], Индустрия 4.0 и цифровая трансформация оказывают значительное влияние на закупки, но совсем немного государственных и частных организаций, ведущих закупочную деятельность, используют ИИ и машинное обучение и еще меньше успешно их интегрировали в свою деятельность. В своем исследовании Д. Мейер и М. Хенке [Meyer et al., 2023] разработали десять принципов по применению ИИ и машинного обучения в закупках. Исследователи пытались понять, какие элементы ИИ выполняют необходимые типы задач при управлении снабжением предприятий и являются оптимальными для использования. В сфере закупок уже имеются определенные успешные примеры внедрения технологических инноваций, например электронные системы закупок, планирование ресурсов предприятия, что, в свою очередь, оказывает влияние на эффективное управление затратами предприятий, где закупки играют решающую роль, а грамотное управление закупками приводит к снижению общих затрат компании [Spreitzenbarth et al., 2024]. Закупочная деятельность является важной при управлении операциями и цепочкой поставок, которые оказывают существенное влияние на общий успех организации [Profit from the Source ... , 2022; Эльяшевич, 2018]. Несмотря на большой интерес среди практиков и исследователей к вопросам использования ИИ в снабженческой деятельности предприятий, большая часть исследований посвящена ИИ и машинному обучению в смежных областях производства и логистики. На сегодняшний день существуют успешные кейсы компаний разных отраслей, использующих в снабженческой деятельности элементы искусственного интеллекта, таких как «Северсталь», «МТС», «Пятерочка», «СИБУР» и др., но чаще всего предполагающие либо управление закупками, либо поставщиками. До сих пор отсутствует комплексная

система управления снабжением материальными ресурсами машиностроительных предприятий. Объектом исследования является система снабжения машиностроительных предприятий, предметом – проблемы управления снабжением материальными ресурсами машиностроительных предприятий. В исследовании при разработке интеллектуальной системы использованы труды отечественных и зарубежных ученых В.Н. Ручкина [Ручкин и др., 2009], Ю.М. Полищука, В.Б. Хона [Полищук и др., 1989], Т.А. Гавриловой, К.Р. Червинской [Гаврилова и др., 1992], А.П. Еремеева, П.Р. Варшавского [Еремеев и др., 2005], Т.Н. Унтила [Унтила, 2006], Д. Джарратано, Г. Райли [Джарратано и др., 2007], Дж. Элти, М. Кумбса [Элти и др., 1987], С. Сараби [Methodology ... , 2022], К. Таунсенда, Д. Фохта [Таунсенд и др., 1991], М. Рома [Ром, 1991], С. Хайкина [Хайкин, 2006] и др.

Цель исследования

Целью исследования является повышение эффективности работы системы снабжения материальными ресурсами на предприятиях машиностроительной отрасли. На основе поставленной цели сформулированы следующие задачи:

1. Разработать структурную модель системы поддержки принятия решений на этапе управления снабжением материальными ресурсами машиностроительного предприятия.
2. Представить преимущества структурной модели системы поддержки принятия решений на этапе управления снабжением в условиях цифровой трансформации.

Методы и подходы (материалы и методы)

Методологической базой данного исследования являются концепции и методы, разработанные отечественными и зарубежными учеными по проблеме создания различных экспертных систем, систем поддержки принятия решений управления материальными ресурсами, а также результаты фундаментальных и прикладных исследований.

Для решения задач исследования применялись эмпирические методы, методы срав-

нительного анализа, обобщения статистических данных.

Основные научные положения данного исследования разрабатывались авторами самостоятельно.

Определение структуры системы поддержки принятия решений на этапе управления снабжением материальными ресурсами

Традиционные ЭС включают в себя единственный механизм поддержки принятия решений, логический вывод, а также единственное средство представления знаний – правила. В связи с этим в исследовании предлагается использовать новое поколение ЭС – экспертные системы поддержки принятия решений (СППР), которые позволяют принимать решения с учетом конкретной аналитической модели пользователя.

При построении СППР управления снабжением материальными ресурсами машиностроительных предприятий необходимо определить содержание СППР в снабженческой деятельности. Управление снабжением на предприятиях включает два крупных функционала: управление закупками и управление поставщиками, на которых будет основа СППР.

«Управление закупками – это обеспечение организации продукцией заданного качества и количества из правильного источника, доставленной вовремя, в нужное место по правильной цене» [Lysons et al., 2003].

«Управление поставщиками – это аспект закупочной деятельности или снабжения, относящийся к рационализации базы поставщиков, их отбору, координированию их работы, оцениванию показателей их функционирования и наращиванию потенциала их деятельности» [Lysons et al., 2003].

Предметы снабжения, используемые в машиностроительной отрасли, существенно отличаются от предметов снабжения других отраслей по своим свойствам, форме, по заданному набору технических и эксплуатационных характеристик, что следует принимать во внимание при построении СППР. Повысить эффективность управления снабжением предприятия возможно при создании СППР, работа которой основана на использовании эле-

ментов искусственного интеллекта, что существенно увеличит скорость реакции системы на изменение исходных данных как во внешней, так и внутренней среде предприятия. СППР будет выполнять часть функций, связанных с решением проблемной ситуации, и в автоматизированном режиме осуществлять логические рассуждения, исходя из тех знаний, которые будут располагаться в базе знаний.

СППР включает единую базу знаний, содержащую следующие элементы: базу прецедентов (БПР), базу правил (БП) и базу данных (БД). При любых изменениях во внешней и внутренней среде предприятия предполагается пополнение базы знаний, а при отсутствии готовых решений в определенных ситуациях – проведение новых исследований. СППР не исключает работу эксперта, а лишь частично выполняет ряд функций, тем самым высвобождая его время на решение более сложных задач предприятия.

Предлагаемая СППР при управлении снабжением машиностроительного предприятия будет отвечать следующим требованиям:

1. Анализировать альтернативных поставщиков на предмет наличия прецедентов по заданным критериям. При анализе поставщиков и выборе наилучшего в практической деятельности предприятий нередко возникает ситуация, при которой определенный критерий имеет первостепенную важность для компании, а остальные не являются значимыми при выборе. В такой ситуации предлагаемая СППР осуществит оценку важности критериев и проранжирует их с учетом значимости для компании. Количество критериев может увеличиваться и уменьшаться в зависимости от целей компании.

2. Оценивать имеющиеся альтернативы по выбранным критериям. Система предполагает оценку как количественных критериев, так и качественных, для которых обязательным условием является привлечение знаний экспертов. С целью избежания ошибок, основанных на человеческом факторе, в качестве информационный основы в СППР будет использоваться база прецедентов, учитывающая различные ситуации при оценке поставщиков и включающая совокупность действий для решения возникающих проблем в

данной ситуации. База прецедентов предполагает использование следующих режимов работы: наполнение и использование базы прецедентов. При отсутствии требуемого прецедента в базе прецедентов СППР выберет режим ее наполнения.

3. Ранжировать поставщиков с учетом изменений во внешней и внутренней среде предприятия, выбирая оптимальный вариант. Любые изменения будут отражены в СППР и будут учитываться при определении лучшего поставщика. Выбор оптимального поставщика будет основан на ранжировании альтернатив по комплексным оценкам. Выбор оптимального поставщика основан на ранжировании альтернатив по комплексным оценкам с использованием метода аналитической иерархии Т. Саати.

4. Обеспечивать взаимодействие с группой экспертов.

5. Обрабатывать полученную от экспертов информацию.

6. Оптимизировать базу прецедентов. Прецедент подразумевает описание проблемной ситуации и включает подробные действия, которые необходимо предпринять для решения возникшей проблемы. С учетом изменений во внешней и внутренней среде компаний

данная база будет постоянно совершенствоваться и обновляться.

Структурная схема СППР при управлении снабжением машиностроительного предприятия

Последовательность процесса управления снабжением материальными ресурсами машиностроительного предприятия (рис. 1).

СППР состоит из двух модулей: модуль «Управление закупками» и модуль «Управление поставщиками». Модуль «Управление закупками» включает: сбор и обработку заявок, полученных от структурных подразделений предприятия; планирование потребности предприятия в предметах снабжения, базирующееся на информации из заявок; управление процедурами заказов, включающее проверку точности заполнения заявок, соответствие спецификациям, оформление отчетных документов, запрос коммерческих предложений, получение оферт и др.; получение предметов снабжения и контроль их качества; управление запасами предприятия. Модуль «Управление поставщиками» осуществляет мониторинг рынка новых товаров; выбор поставщиков и мониторинг эффективности их функционирования; заключение договоров с поставщиками; расчеты с поставщиками.

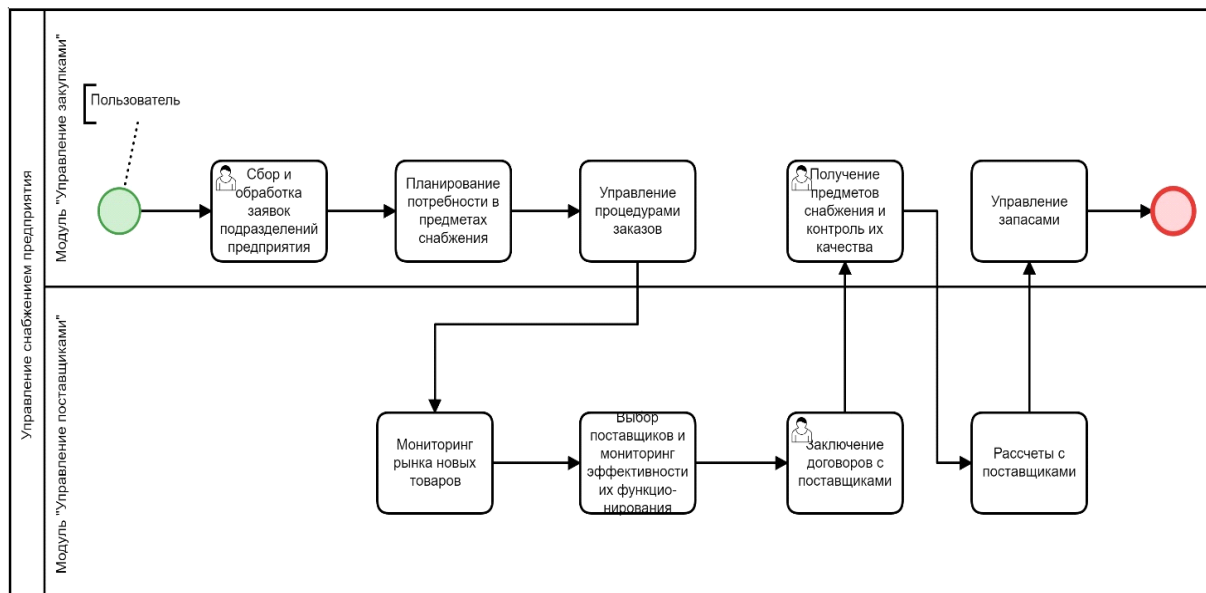


Рис. 1. Последовательность процесса управления снабжением материальных ресурсов машиностроительного предприятия в нотации BPMN 2.0

Fig. 1. Sequence of the process of supply management of material resources of a machine-building enterprise in BPMN 2.0 notation

Примечание. Составлено авторами.

ного функционирования; заключение контрактов с поставщиками и расчеты с поставщиками. Информация, полученная при анализе рынка поставщиков, поможет руководителям службы снабжения грамотно организовать закупки компании. Все элементы процесса управления снабжением материальными ресурсами взаимосвязаны между собой и внесение изменений в любой из них приведет к изменению других.

При выборе поставщиков из имеющихся альтернатив предлагается осуществлять отбор, используя комплексный критерий, вклю-

чающий следующие показатели: цена предметов снабжения, вес поставщика, время доставки предметов снабжения, финансовое состояние поставщика и другие критерии, имеющие высокую значимость для конкретного предприятия.

Целевая функция примет вид:

$$F = W_1 \times k_1 + W_2 \times k_2 + \dots \rightarrow \min/\max.$$

Структурная модель СППР при управлении снабжением машиностроительного предприятия имеет следующий вид (рис. 2).

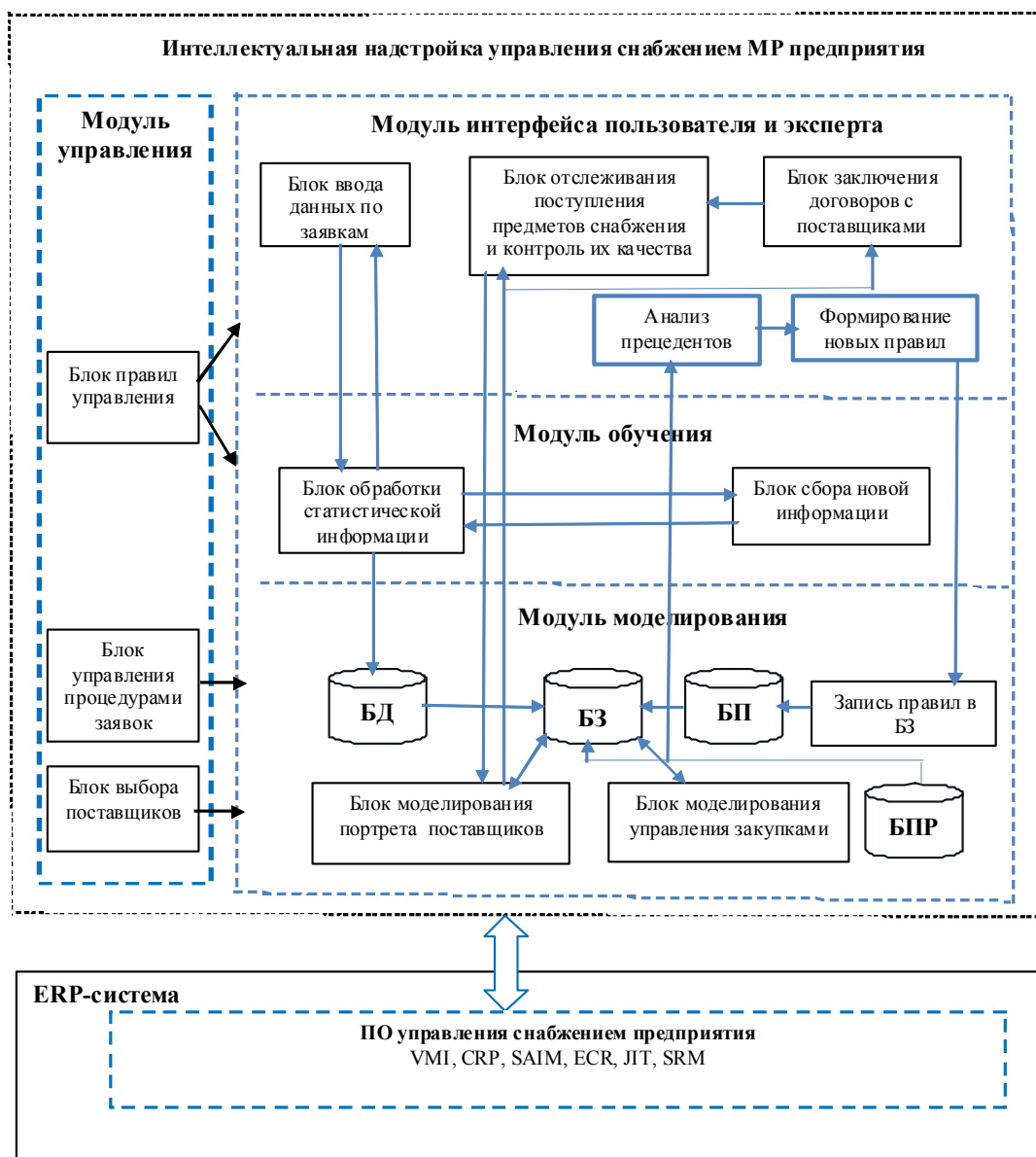


Рис. 2. Структурная модель СППР при управлении снабжением машиностроительного предприятия

Fig. 2. Structural model of DSS for supply management of a machine-building enterprise

Примечание. Составлено авторами.

СППР при управлении снабжением машиностроительного предприятия содержит следующие модули:

1. Модуль интерфейса пользователя. Данный модуль предназначен для ввода информации о необходимых предметах снабжения, полученной из заявок структурных подразделений предприятия, отслеживания поступлений предметов снабжения и проверки их качества, а также заключения договоров с поставщиками, прошедших процедуру выбора с помощью СППР.

2. Модуль обучения. Данный модуль представлен двумя блоками: блок обработки статистической информации и блок сбора новой информации о поставщиках и планируемых к закупке предметах снабжения. Обработка статистических данных подразумевает получение прогнозных моделей, которые записываются в базу данных, а условия отбора являются прецедентами.

3. Модуль моделирования данных. Этот модуль делится на блок моделирования портрета поставщиков и блок моделирования управления закупками. Блок моделирования портрета поставщиков содержит: блок моделирования портрета поставщика, отвечающего современным требованиям рынка, и блок моделирования портрета поставщика, подходящего под критерии предприятия. Блок моделирования управления закупками включает: моделирование управления запасами, моделирование потребности предприятия в предметах снабжения. Также в данном модуле расположена БЗ и входящие в нее БД, БПР, БП.

4. Модуль управления снабжением. Данный модуль включает: блок выбора поставщика по заданным критериям, блок управления процедурами заявок, блок правил управления.

База правил содержит все необходимые правила блоков СППР и служит для их взаимосвязи и успешного функционирования. Данная база включает следующие виды правил:

1. Правила функционирования базы прецедентов.

2. Правила построения прогнозных моделей.

3. Правила выбора поставщиков и предметов снабжения.

4. Правила оптимизации принимаемых решений.

5. Правила объяснения по заданным образцам.

Машиностроительные предприятия работают в рамках ERP-систем, служащих для идентификации и планирования ресурсов предприятия. На сегодняшний день уже известны случаи использования компаниями для задач управления снабжением таких продуктов, как SRM – программа взаимодействия поставщиков и потребителей с целью снижения общих издержек в цепи поставок [Gower Handbook ... , 2003], JIT – поставки предметов снабжения точно в срок; VMI – объединение потребителей с поставщиками с целью эффективного управления запасами, вариантами данной концепции также являются CRP – программа непрерывного пополнения запасами; SAIM – управление запасами с помощью поставщиков; SAIR – пополнение запасов с помощью поставщиков; ECR – эффективное реагирование на запросы потребителей. Все перечисленное программное обеспечение (ПО) может быть использовано компаниями на базе ERP-системы. Оно поможет предприятиям управлять снабжением материальными ресурсами комплексно в автоматическом режиме.

Преимущества СППР при управлении снабжением машиностроительного предприятия

Достоинствами СППР при управлении снабжением машиностроительных предприятий являются:

1. Предлагаемая СППР позволит управлять снабжением комплексно, учитывая особенности ее двух составных блоков: управления закупками и управления поставщиками, увидеть недостатки работы обоих блоков быстрее, так как система работает в автоматическом режиме.

2. Использование аппарата прецедентов для принятия решений в конкретной ситуации на основе прошлого опыта. Принимая решения на основе прецедентов, СППР выдаст решение новой, сложной задачи, применяя или адаптируя уже имеющиеся решения в базе прецедентов, а также объяснение полученного решения.

3. Повышение качества принимаемых решений при управлении снабжением в связи использованием в СППР накопленного опыта.

4. Возможность обучения в процессе работы СППР в области управления снабжением материальными ресурсами, исходя из изменений внешней и внутренней среды, избежание повторных ошибок (обучение сбоям и анализ их причин).

5. При выборе поставщика СППР опирается на комплексный критерий выбора, который может включать любой набор показателей, имеющих наиболее высокую значимость для конкретного предприятия. У компаний появится возможность сократить количество вариантов выбора при определении оптимального поставщика, временные и транзакционные издержки, оперативно вносить изменения. Верный выбор поставщика способствует снижению материальных затрат предприятия, достигающих самых высоких значений в себестоимости производства.

6. Структурная модель СППР при управлении снабжением позволит принимать решения на основе данных из ERP-системы без участия человека.

7. Модель СППР может работать с большим объемом категориальных данных, с которым на практике не всегда может справиться команда специалистов.

Заключение

Результатом исследования является разработанная структурная модель СППР при управлении снабжением машиностроительного предприятия, обеспечивающая принятие решений, исключая человеческий фактор, на основе информации из ERP-системы. В современных условиях цифровой трансформации использование элементов искусственного интеллекта при управлении снабжением, в частности при управлении закупками и поставщиками, имеет большой потенциал как для автоматизации процессов, так и для поддержки сотрудников, не всегда справляющихся в работе с огромными массивами данных. Благодаря СППР, при управлении снабжением появляется возможность использовать функцию интерфейса и имеющиеся данные между внутренними драйверами спроса компаний и внешни-

ми поставщиками. Компании, использующие СППР в своей деятельности, будут обладать конкурентным преимуществом на рынке, благодаря автоматизации операционных процессов и поддержанию стратегических. Внедрение СППР позволит принимать наиболее эффективные решения и создаст добавленную стоимость для смежных областей: производства, логистики, управления цепями поставок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гаврилова, Т. А. Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем / Т. А. Гаврилова, К. Р. Червинская. – М. : Радио и связь, 1992. – 199 с.
- Джарратано, Дж. Экспертные системы: принципы разработки и программирование : пер. с англ. / Дж. Джарратано, Г. Райли. – М. : ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – 1152 с.
- Еремеев, А. П. Поиск решения на основе структурной аналогии для интеллектуальных систем поддержки принятия решений / А. П. Еремеев, П. Р. Варшавский // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2005. – № 1. – С. 97–109.
- Полищук, Ю. М. Теория автоматизированных банков информации / Ю. М. Полищук, В. Б. Хон. – М. : Высш. шк., 1989. – 181 с.
- Ром, М. Интеллектуальный автомат: компьютер в качестве эксперта : пер. с нем. / М. Ром. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 80 с.
- Ручкин, В. Н. Универсальный искусственный интеллект и экспертные системы / В. Н. Ручкин, В. А. Фулин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2009. – 240 с.
- Таунсенд, К. Проектирование и реализация экспертных систем на ПЭВМ / К. Таунсенд, Д. Фохт. – М. : Финансы и статистика, 1991. – 320 с.
- Унтила, Т. Н. Структура базы знаний для СППР по выбору оптимального ТП из альтернатив / Т. Н. Унтила // Современные проблемы машиностроения : труды III Междунар. науч.-практ. конф. – Томск : Изд-во ТПУ, 2006.
- Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс : пер. с англ. / С. Хайкин. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
- Элти, Дж. Экспертные системы: концепции и примеры : пер. с англ. / Дж. Элти, М. Кумбс. – М. : Финансы и статистика, 1987. – 192 с.
- Эльяшевич, И. П. Методологические основы управления закупками и запасами операционных ресурсов на предприятиях горнодобывающей промышленности / И. П. Эльяшевич. – М. : ИТКОР, 2018. – 205 с.

- Future Business and the Role of Purchasing and Supply Management: Opportunities for 'Business-not-as-Usual' PSM Research / L. Knight [et al.] // Journal of Purchasing and Supply Management. – 2022. – Vol. 28, iss. 1. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2022.100753>
- Gower Handbook of Supply Chain Management / ed. by L. Gattorna. – Burlington : Gower Publishing Company, 2003. – 692 p.
- Lysons, K. Purchasing and Supply Chain Management / K. Lysons, M. Gillingham. – N. Y. : Prentice Hall, Pearson Education Limited, 2003. – 716 p.
- Meyer, D. Developing Design Principles for the Implementation of AI in PSM: An Investigation with Expert Interviews / D. Meyer, M. Henke // J. Purch. Supply Manag. – 2023. – Vol. 29, iss. 3. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2023.100846>
- Methodology for Development of an Expert System to Derive Knowledge from Existing Nature-Based Solutions Experiences / S. Sarabi [et al.] // MethodsX. – 2022. – Vol. 10. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101978>
- Profit from the Source: Transforming Your Business by Putting Suppliers at the Core. Vol. 1 / C. Schuh [et al.]. – Boston : Harvard Business Press Review, 2022. – 262 p.
- Spreitzenbarth, J. M. Artificial Intelligence and Machine Learning in Purchasing and Supply Management: A Mixed-Methods Review of the State-of-the-Art in Literature and Practice – Science Direct / J. M. Spreitzenbarth, C. Bode, H. Stuckenschmidt // Journal of Purchasing and Supply Management. – 2024. – Vol. 30, iss. 1. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2024.100896>
- The Role of Artificial Intelligence in the Procurement Process: State of the Art and Research Agenda / M. Guida [et al.] // J. Purch. Supply Manag. – 2023. – Vol. 29, iss. 3. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2023.100823>
- system poddergki prinytiy reshenii [Search for a Solution Based on Structural Analogy for Intelligent Decision Support Systems]. *Izvestiya RAN. Teoriya i sistemy upravleniya* [News of the Russian Academy of Sciences. Theory and Control Systems], 2005, no. 1, pp. 97-109.
- Polishuk Yu.M., Hon V.B. *Teoriya avtomatizirovannykh bankov informacii* [Theory of Automated Information Banks]. Moscow, Vyssh. shk. Publ., 1989. 181 p.
- Rom M. *Intellectualnyi avtomat: computer v kachestve eksperta: per. s nem.* [Intelligent Automaton: Computer as Expert. Translated from German]. Moscow, Energoatomizdat, 1991. 80 p.
- Ruchkin V.N., Fulin V.A. *Universalnyy iskusstvennyy intellekt i ekspertnyye sistemy* [Universal Artificial Intelligence and Expert System]. Saint Petersburg, BHV-Peterburg Publ., 2009. 240 p.
- Taunsend K., Foht D. *Proektirovanie i realizaciy ekspertnykh system na PEVM* [Design and Implementation of Expert Systems on PC]. Moscow, Financy i statistika Publ., 1991. 320 p.
- Untila T.N. Structura bazy znaniy dly SPPR po vyboru optimalnogo TP iz alternativ [Structure of the Knowledge Base for Decision Support System for Selecting the Optimal TP from Alternatives]. *Sovremennyye problemy mashinostroyeniya: trudy III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Modern Problems of Mechanical Engineering, Works of the 3rd International Scientific-Practical Conference]. Tomsk, Izd-vo TPU, 2006.
- Haykin S. *Neironnye seti: polnyi kurs: per. s angl.* [Neural Networks: Complete Course. Translated from English]. Moscow, Izd. dom «Vilyams», 2006. 1104 p.
- Elti Dj., Kumbs M. *Ekspertnye sistemy: kopecii i primery: per. s angl.* [Expert Systems: Concepts and Examples. Translated from English]. Moscow, Financy i statistika Publ., 1987. 192 p.
- Elyashevich I.P. *Metodologicheskie osnovy upravleniy zakupkami i zapasami operacionnykh resursov na predpriyatiyakh gornodobyvaushei promyshlennosti* [Methodological Foundations of Managing Procurement and Stocks of Operational Resources at Mining Enterprises]. Moscow, ITKOR, 2018. 205 p.
- Knight L. et al. Future Business and the Role of Purchasing and Supply Management: Opportunities for 'Business-Not-As-Usual' PSM Research. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2022, vol. 28, iss. 1. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2022.100753>
- Gattorna L., ed. *Gower Handbook of Supply Chain Management*. Burlington, Gower Publishing Company, 2003. 692 p.

REFERENCES

- Gavrilova T.A., Chervinskaya K.R. *Izвлечение i structurirovanie znaniy dly ekspertnykh system* [Knowledge Extraction and Structuring for Expert Systems]. Moscow, Radio i svyaz Publ., 1992. 199 p.
- Giarratano J.C., Riley G. *Ekspertnye sistemy: principy razrabotki i programmirovaniya: per. s angl.* [Expert Systems: Principles of Development and Programming. Translated from English]. Moscow, OOO «I.D. Vilyams», 2007. 1152 p.
- Eremeev A.P., Varshavskii P.R. Poisk resheniya na osnove strukturnoi analogii dlya intellectualnykh

Lysons K., Gillingham M. *Purchasing and Supply Chain Management*. New York, Prentice Hall, Pearson Education Limited, 2003. 716 p.

Meyer D., Henke M. Developing Design Principles for the Implementation of AI in PSM: An Investigation with Expert Interviews. *J. Purch. Supply Manag.*, 2023, vol. 29, iss. 3. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2023.100846>

Sarabi S., Han Q., Vries B., Georges A., Romme L. Methodology for Development of an Expert System to Derive Knowledge from Existing Nature-Based Solutions Experiences. *MethodsX*, 2022, vol. 10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101978>

Schuh C., Schnellbacher W., Triplat A., Weise D. *Profit from the Source: Transforming Your*

Business by Putting Suppliers at the Core. Vol. 1. Boston, Harvard Business Press Review, 2022. 262 p.

Spreitzenbarth J.M., Bode C., Stuckenschmidt H. Artificial Intelligence and Machine Learning in Purchasing and Supply Management: A Mixed-Methods Review of the State-Of-The-Art in Literature and Practice – ScienceDirect. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2024, vol. 30, iss. 1. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2024.100896>

Guida M., Caniato F., Moretto A., Ronchi S. The Role of Artificial Intelligence in the Procurement Process: State of the Art and Research Agenda. *J. Purch. Supply Manag.*, 2023, vol. 29, iss. 3. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2023.100823>

Information About the Authors

Polina A. Nechaeva, Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Department of Management, Kazan Innovation University named after V.G. Timiryasov, Moskovskaya St, 42, 420111 Kazan, Russian Federation, polina23j@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3145-8546>

Larisa A. Simonova, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Head of the Department of Automation and Management, Kazan Federal University – Naberezhnye Chelny Institute, Prosp. Mira, 13a, 423812 Naberezhnye Chelny, Russian Federation, lasimonova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3653-1845>

Информация об авторах

Полина Александровна Нечаева, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления, Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирязова, ул. Московская, 42, 420111 г. Казань, Российская Федерация, polina23j@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3145-8546>

Лариса Анатольевна Симонова, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой автоматизации и управления, Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета, просп. Мира, 13а, 423812 г. Набережные Челны, Российская Федерация, lasimonova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3653-1845>