

УДК 352.071

## ***МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ УГОЛЬНОЙ КОТЕЛЬНОЙ***

***Овчинников К. А.***

*студент,*

*Алтайский государственный педагогический университет,*

*Барнаул, Россия*

***Тиньгаев А.В.***

*д.т.н., доцент,*

*Алтайский государственный аграрный университет,*

*Барнаул, Россия*

### **Аннотация**

Путем автоматизации можно разработать эффективные методы управления запасами топлива, что приведет к экономии средств и повышению эффективности работы котельных. Разработанная функциональная модель процесса управления запасами с использованием IDEF0 поможет в дальнейшем реструктуризировать бизнес- процессы управления запасами. Математическая модель управления запасами в угольной котельной №7 МУП «Каменские теплосети» позволяет оптимизировать процесс закупки и использования угля. Данная модель основана на прогнозировании потребностей в угле и определении оптимальных запасов для обеспечения непрерывности работы котельной. Программное решение было разработано на Python для управления запасами угольной компании.

**Ключевые слова:** управление, запасы, топливо, математическая модель, IDEF0, автоматизация

## ***MATHEMATICAL MODEL OF COAL BOILER HOUSE INVENTORY MANAGEMENT***

***Ovchinnikov K. A.***

*Student,*

*Altai state pedagogical university,*

*Barnaul, Russia*

***Tingayev A.V.***

*doctor of technical Sciences, associate Professor,*

*Altai state agrarian University,*

*Barnaul, Russia*

**Abstract**

Through automation, effective methods of fuel management can be developed, which will lead to cost savings and increase the efficiency of boiler houses. The developed functional model of the inventory management process using IDEF0 will help to further restructure the business processes of inventory management. The mathematical model of inventory management in the coal boiler house No. 7 of the Municipal Unitary Enterprise Kamenskiye Teploseti allows optimizing the process of purchasing and using coal. This model is based on forecasting coal needs and determining the optimal reserves to ensure the continuity of boiler room operation. A software solution for managing coal company reserves was developed in Python.

**Keywords:** management, stocks, fuel, mathematical model, IDEF0, automation

Исследование по управлению запасами топлива в котельной является актуальным, в связи с ростом цен на энергоресурсы и повышенных требованиях к экологической безопасности. Путем автоматизации можно разработать эффективные методы управления запасами топлива, что приведет к экономии средств и повышению эффективности работы котельных [1-4].

Цель исследования заключается в оптимизации процесса управления запасами и повышении эффективности работы котельной.

Объектом исследования является котельная, представляющая собой комплексное техническое сооружение, осуществляющее процесс теплоснабжения зданий и сооружений.

Для достижения поставленной цели нужно поставить перед собой

задачи и выполнить их.

Основные задачи:

- разработать функциональную модель процесса управления запасами с использованием нотации IDEF0;
- подобрать математическую модель управления запасами в угольной котельной №7 МУП «Каменские теплосети»;
- реализовать программное обеспечение для управления запасами в угольной котельной №7 МУП «Каменские теплосети».

Разработка функциональной модели процесса управления запасами с использованием IDEF0 поможет визуализировать все процессы и их взаимосвязи, а также определить механизмы управления для каждого процесса [5]. На рис. 1 представлена контекстная диаграмма IDEF0, которая визуализирует процесс управления запасами в угольной котельной.

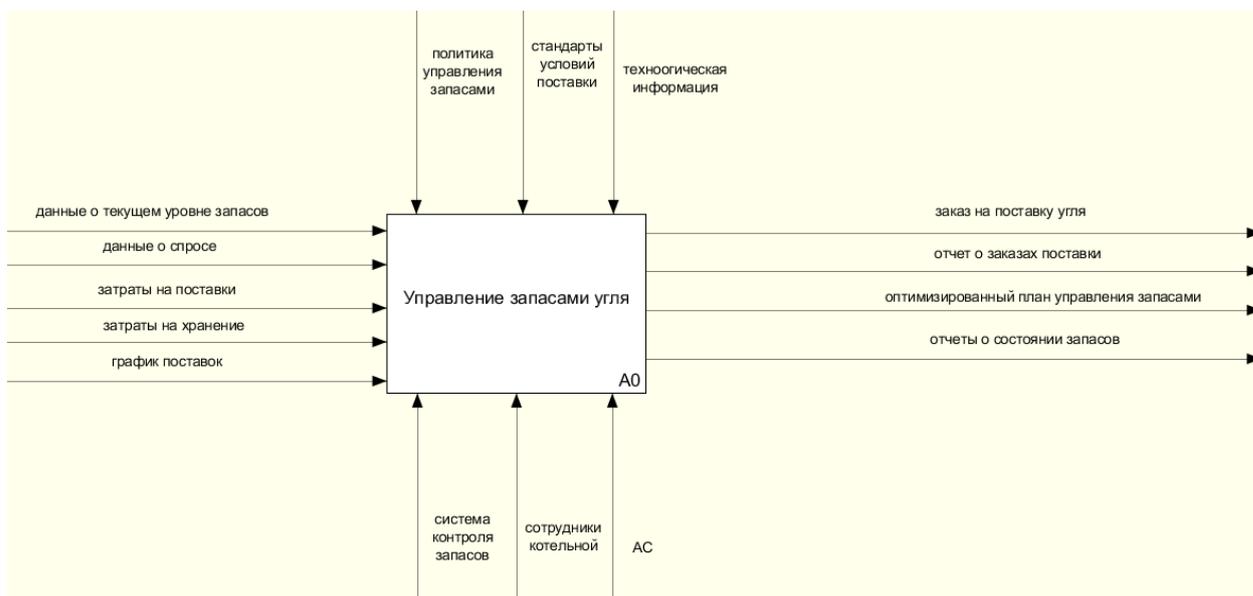


Рис. 1 – Диаграмма процесса управления запасами

Примечание. Источник: собственная разработка на основе угольной котельной №7 МУП «Каменские теплосети».

Разработанная модель IDEF0 для управления запасами угля в котельной представляет собой комплексный подход к оптимизации ключевых процессов.

Математическая модель управления запасами в угольной котельной №7 МУП «Каменские теплосети» позволяет оптимизировать процесс закупки и использования угля. Данная модель основана на прогнозировании потребностей в угле и определении оптимальных запасов для обеспечения непрерывности работы котельной [6, 7].

Рассмотрим модель управления запасами угля с фиксированным размером заказа на котельной на основе формулы Уилсона с учетом периода простоя котельной с мая по сентябрь.

Введем обозначения для составления модели:

- $T$  – длина планового периода;
- $W$  – спрос на изделие, учитывая прогноз на рассматриваемый период;
- $r$  – норма спроса или интенсивность потребления запаса;
- $h$  – затраты на хранение запаса на единицу угля в единицу времени;
- $K$  – затраты на выполнение заказа;
- $C$  – стоимость единицы угля;
- $\lambda$  – запаздывание поставки;
- $Q$  – искомый размер заказа;
- $t$  – период поставки;
- $L$  – общие затраты на управление запасами угля в единицу времени.

Следовательно, общие затраты за временной интервал  $[0, T]$  составляют:

$$L = L(Q) = \left( K + \frac{1}{2} Qth \right) n = \frac{W}{Q} K + \frac{TQ}{2} h \quad (3)$$

Оптимальный размер заказываемой партии определяется по формуле Уилсона и будет равен:

$$Q_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2Kr}{h}} \quad (4)$$

Тогда оптимальный период между заказами поставки равняется:

$$t = \frac{Q_{\text{опт}}}{r} = \sqrt{\frac{2K}{rh}} \quad (5)$$

При получении заказа с положительной стоимостью  $\lambda > 0$  заказ на поставку оформляется при уменьшении уровня запаса ниже значения  $V$ , где  $V$  представляет собой потребность в складироваемых единицах за время доставки, а именно  $V = W\lambda$ .

Если поставка задерживается, заказ оформляется при уровне запаса ниже страхового запаса  $b$ . В этом случае средние общие издержки на заказы и хранение за период времени  $[0, T]$  равны:

$$L = \frac{W_0}{Q} K + \left(\frac{1}{2}Q + b\right) Th \quad (6)$$

где  $W_0$  – среднее величин спроса.

Предполагается, что переменная  $V$ , представляющая величину спроса в период доставки, придерживается вероятности распределения, характеризуемого средней стоимостью  $V_1$ . Такое распределение приводит к непредсказуемым изменениям спроса и/или продолжительности доставки, потенциально влияющим на взаимодействие между этими двумя факторами. Цель состоит в том, чтобы определить стоимость  $b$  таким образом, чтобы вероятность дефицита была эквивалентной:

$$P\{V - V_1 > b\} = p, \text{ или } P\{V_1 + b < V\} = p \quad (7)$$

где  $p$  – заданный коэффициент риска.

Нами была на python разработано программное решение для управления запасами угольной компании (рис. 2). Целью разработки является автоматизация расчетов оптимального размера заказа, периода между заказами и страхового запаса для минимизации затрат и повышения эффективности логистики [8-10].

```
Общие затраты: 7500
Стоимость единицы угля: 25
Оптимальный размер заказа: 70.99
Оптимальный период между заказами: 1.69
Страховой запас: 16.45
```

Рис. 2 – Вывод расчетов в консоли

Примечание. Источник: собственная разработка на основе угольной котельной №7 МУП «Каменские теплосети».

Расчеты, такие как оптимальный размер заказа, период между заказами и страховой запас, помогают определить наиболее эффективные параметры для минимизации затрат и предотвращения дефицита запасов.

Таким образом, разработанная система управления запасами демонстрирует значительный потенциал для оптимизации процессов закупки и хранения угля. Использование аналитических данных позволяет точно прогнозировать потребность в угле, что способствует минимизации затрат и предотвращению дефицита.

#### ***БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:***

1. Кузеванов В.С., Закожурников С.С., Закожурникова Г.С., Каверин А.А. Стратегия производства электрической и тепловой энергии в условиях ограниченного количества топлива // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2023. Т. 66. № 3. С. 273-288.
2. Хорунжин М.Г., Дьякова А.Н. Бережливое производство как инновационная форма управления промышленными предприятиями Алтайского края// Вектор экономики. 2019. № 2 (32). С. 73.
3. Миненко А.В., Селиверстов М.В. Интегративно-конвергенциальный подход в управлении сельскохозяйственной организацией // Экономика и бизнес: теория и практика. 2024. № 4-2 (110). С. 165-168.
4. Новикова Н.Г., Щепина С.В. Факторы, влияющие на эффективность управления запасами в контексте управления конкурентоспособностью

торговой компании // Известия Байкальского государственного университета. 2023. Т. 33. № 1. С. 74-83.

5. Назарова Е.А. Анализ и моделирование бизнес-процессов информационной подсистемы управления запасами // В сборнике: Теоретические исследования и экспериментальные разработки студентов и аспирантов. Сборник научных трудов. Тверь, 2018. С. 185-190.

6. Тюхтина А.А. Модели управления запасами: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. –84 с.

7. Антипенко В.С., Бабич Н.С., Касименко Л.М., Николаева Н.С. Обзор концепций управления запасами от простейших технико-экономических моделей до методов интегрального управления запасами // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2022. № 7. С. 27-32.

8. Тиньгаев А.В. Направления цифровизации АПК региона // В сборнике: Аграрная наука - сельскому хозяйству. Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах. 2019. С. 124-125

9. Норкин И.Д., Андриянов Д.Н., Тарловский Т.Е. Управление запасами на предприятии // В сборнике: Творчество молодых - родному региону. сборник материалов X региональной межвузовской научно-практической конференции. Казань, 2023. С. 506-518.

10. Чернов Д. Г. Управление запасами топлива в котельной с использованием современных систем автоматизации / Д. Г. Чернов, Е. М. Григорьев. – Москва : ТехноПресс, 2023. – 102 с.

*Оригинальность 78%*