

УДК 62.505

Когнитивное моделирование как инструмент управления запасами топлива на станции

А.С. Дулесов^а, В.И. Пантелеев^б, Д.В. Баркова^{б*}

*^а Хакасский государственный
университет им. Н.Ф. Катанова*

Россия 655001, Абакан, ул. Ленина, 90

*^б Сибирский федеральный университет,
Россия 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79*

Received 11.02.2013, received in revised form 18.02.2013, accepted 25.02.2013

В данной статье рассматривается решение задачи управления запасами топлива на складе. Для решения применены когнитивное моделирование и метод когнитивной графики для отображения ритмичности поставки топлива. С целью эффективного управления запасами на основе программного обеспечения «Канва» построена модель потребления топлива на станции, рассмотрены сценарии и дана оценка полученным результатам.

Ключевые слова: когнитивная карта, когнитивное моделирование, управление запасами.

Введение

Работа по определению потребностей в топливе без ущерба для производства электрической и тепловой энергии является важнейшей для электростанции. Её правильное решение позволяет повысить экономическую и энергетическую эффективность деятельности станции за счёт снижения расходов на транспортировку и хранение топлива. Современная практика управления запасами топлива характеризуется стихийно или традиционно сложившейся методикой и, как следствие, высоким уровнем ошибок прогнозирования потребности в запасах. Такое положение вещей обусловлено нестабильностью экономической среды, недостаточной статистической базой расчета уровня запасов и в конечном итоге отсутствием попыток алгоритмизации работы по управлению запасами.

Материалы и методы

Среди оправдавших себя на практике научных методов повышения эффективности управления в сложных системах многие авторы выделяют когнитивное моделирование. Когнитивный подход, включающий в себя моделирование, направлен на выявление закономерностей поведения объекта с целью последующей выработки и принятия решения об его управлении.

© Siberian Federal University. All rights reserved

* Corresponding author E-mail address: barkovadv@gmail.com

Понятие «когнитивность» (от лат. *Cognitio* – знание, познание) – способность к умственному восприятию и переработке внешней информации. Оно пришло в технические науки из психологии и на сегодняшний день используется многими авторами для решения различных задач в сфере управления процессами [1–4].

Результаты

Основной задачей когнитивных методов является автоматизация части функций, процессов, куда входит когнитивная графика. Последняя выступает методом образного представления условий задачи. С помощью этого метода можно проанализировать динамику (ритмы) поставок угля (например, железнодорожным транспортом) и построить когнитивные диаграммы (рис. 1).

Анализ полученных значений, представленных на рис. 1, показывает, что ритмичные поставки были только в апреле и по количественному значению не менялись в течение месяца, видны точки перехода (смена) графика поставок: апрель–май и июнь–июль.

Когнитивный анализ является предварительным этапом когнитивного моделирования, в основу которого положен язык графов, служащий удобным инструментом для описания многих физических, технических, экономических, биологических, социальных и других систем [5].

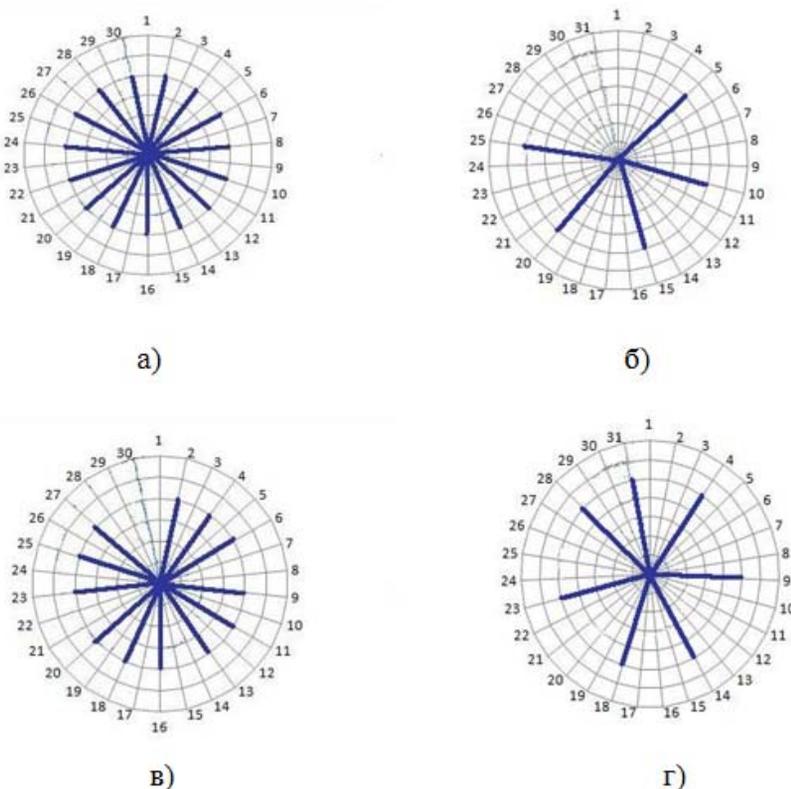


Рис. 1. Когнитивные диаграммы поставки топлива на электростанцию: а) апрель; б) май; в) июнь; г) июль

Далее с помощью системы когнитивного моделирования «Канва» [6, 7], основанной на экспертных представлениях о ситуациях, предложена модель эффективного управления запасами на станции.

Для описания ситуации необходимо определить основные параметры всех её основных факторов $F_i = \{f_{ij}\}$, $j=1, \dots, m$. В процессе анализа технологии производства тепловой энергии станции в качестве основных факторов были определены метеорологические ошибки прогнозирования осадков и температуры окружающего воздуха, сезонность, влажность, выветривание, самовозгорание и самонагрев топлива, режим аварийной работы и сбои при поставке топлива на склад, потери при хранении и транспортировке, механический унос, высокие или низкие температуры, текущий запас, процесс потребления угля, затраты и т.д.

Для каждого фактора выделялась область определения (шкалы) – это множество значений, которые может принимать фактор в рассматриваемой ситуации (вес ребра графа). Для разработки шкал используется метод, основанный на задании опорных точек – максимального и минимального значения фактора – и получении новых значений шкалы методом деления отрезка пополам с интерпретацией средней точки в предметной области. В результате выполнения этой процедуры получают линейно упорядоченное множество лингвистических или числовых значений j -го признака i -го понятия, – $Z_{ij} = \{z_{ij}\}$ [6].

Следующим этапом на множестве факторов F_i экспертным путем в виде таблицы формируется матрица смежности, которая отражает представления эксперта о законах функционирования рассматриваемой ситуации. В каждой ячейке квадратной матрицы (рис. 2) записывается число, определяющее наличие связи от вершины – строки к вершине – столбцу (либо наоборот).

После построения матрицы смежности программный комплекс выдает результат в виде знакового орфографа (когнитивной карты) (F, W) (рис. 3), где F – множество факторов ситуации, W – множество причинно-следственных связей орфографа, которые определяют степень воздействия одного фактора на другой. Выделяется два вида причинных связей – положительные (красный цвет) и отрицательные (синий цвет). При положительной причинной связи считается, что увеличение значения фактора причины приводит к увеличению значения фактора следствия, т.е. при увеличении текущего объема увеличится и длительность хранения угля. При отрицательной причинной связи увеличение значения фактора причины приводит к уменьшению значения фактора связи, т.е. при режиме аварийной работы уровень текущего запаса будет снижен. Причинно-следственный граф представляет собой упрощенную субъективную модель функциональной организации наблюдаемой системы и является начальным материалом для дальнейших исследований и преобразований – когнитивного моделирования.

Основные требования к компьютерным системам когнитивного моделирования – это открытость к любым возможным изменениям множества факторов ситуации, причинно-следственных связей, получение и объяснение качественных прогнозов развития ситуации (решение прямой задачи «Что будет, если...»), получение советов и рекомендаций по управлению ситуациями (решение обратной задачи «Что нужно, чтобы...»).

При получении прогноза развития ситуации считаются заданными множество факторов $F = \{F_i\}$; шкалы факторов X_{ij} ; начальное состояние ситуации $X(t) = (x_{11}^0, \dots, x_{nm}^0)$; матрица смежности $W = |w_{ij,sl}|$, где индексы i, s – номер понятия.

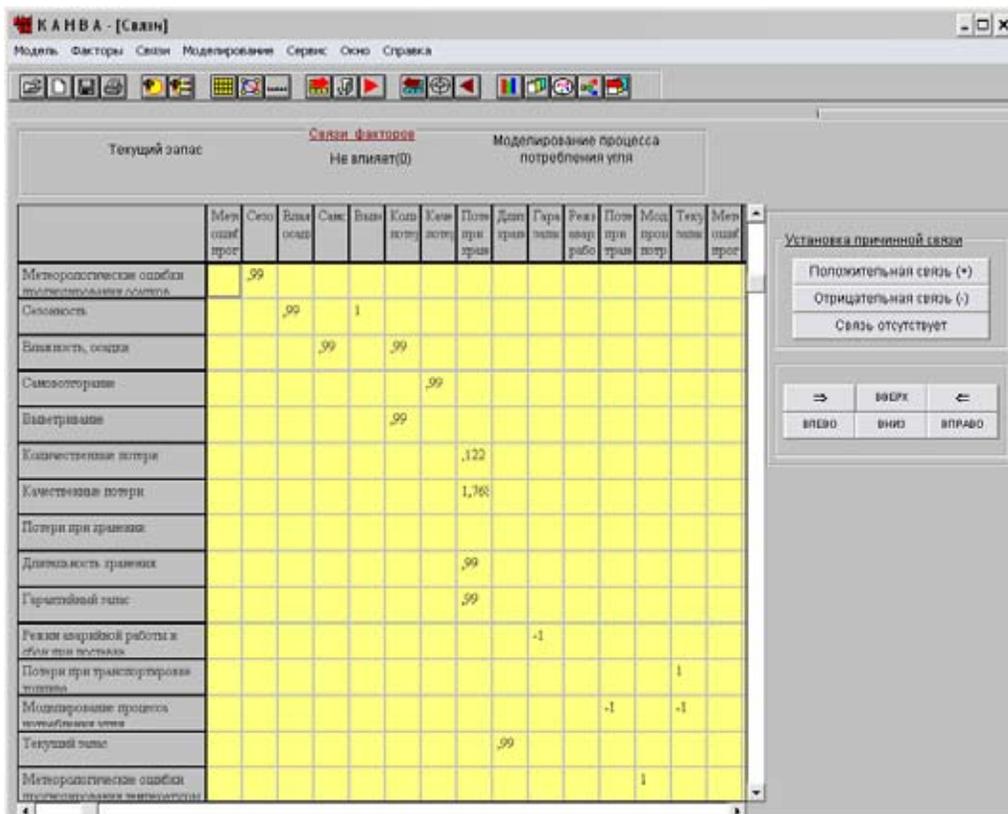


Рис. 2. Матрица смежности

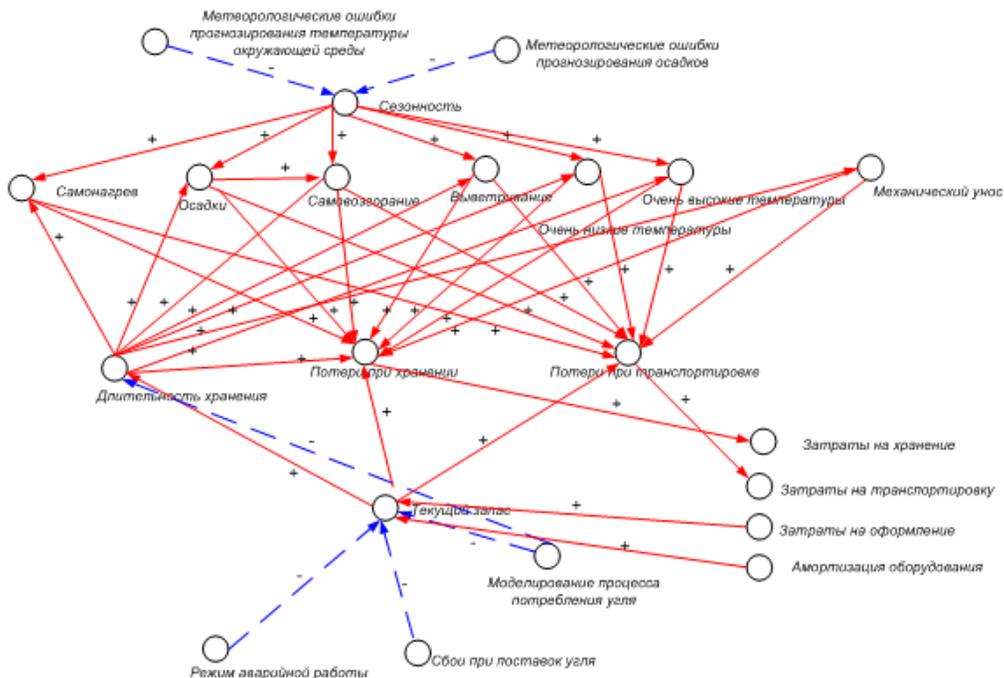


Рис. 3. Когнитивная карта ситуации

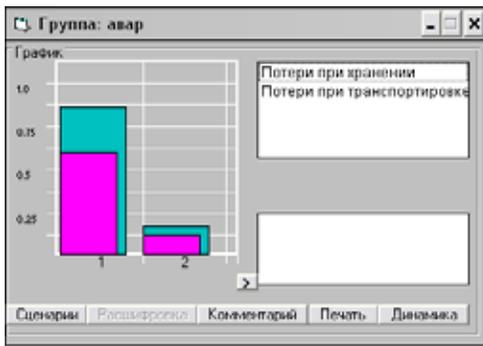


Рис. 4. Гистограмма изменения целевых факторов



Рис. 5. Гистограмма целевых факторов

Согласно цели исследований прежде всего из множества факторов следует выделить целевые, которые могут повлиять на изменения в нужную сторону.

Далее следует выделить прямые рычаги воздействия – факторы, от которых непосредственно зависит целевой фактор. Значение фактора – рычага задается экспертом в определенных пределах напрямую либо изменяется за счет косвенного рычага.

После определения основных факторов следует определить сценарное исследование ситуации для установления и изучения закономерностей её развития, что подразумевает сравнительный анализ ситуации при различных начальных условиях и управляющих воздействиях (косвенного рычага). Ниже представлены ситуации с факторами косвенного взаимодействия, каждому из которых приписывается начальное приращение.

Ситуация 1. В качестве целевых факторов рассматривались «Потери при хранении» и «Потери при транспортировке». Факторам воздействия приписываются начальные приращения: для фактора «Сезонность» – $\Delta F_i = 20\%$; для фактора «Длительность хранения угля» – $\Delta F_i = -30\%$. При помощи программного комплекса определяется текущий сценарий, по которому «Потери при транспортировке и затраты» падают на 30 %.

Ситуация 2. В качестве целевого фактора рассмотрены «Затраты». Факторам воздействия задаются начальные приращение ΔF_i . Для фактора «Сезонность» – $\Delta F_i = 20\%$, для фактора «Потери при хранении» – $\Delta F_i = 15\%$, «Потери при транспортировке» – $\Delta F_i = 10\%$. В результате при помощи программного комплекса высчитывается текущий сценарий, по которому «Затраты» возрастут на 20 %.

Прогнозные абсолютные числовые и лингвистические значения факторов, а также отклонения значений факторов представляются в графическом виде или таблицах на естественном и понятном эксперту языке.

Выводы

Таким образом, на основе применения системы когнитивного моделирования «Канва» выполнен анализ системы управления запасами на станции. Построен прогнозный сценарий с графическим отображением результатов моделирования.

Список литературы

- [1] Козлов Л.А. // Ползуновский вестник. 2007. № 4. С. 22–46.
- [2] Мелик-Шахназаров А.В. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Самара, 2007. 16 с.
- [3] Кулинич А.А. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2003. 20 с.
- [4] Макешин А.А. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2000. 18 с.
- [5] Авдеева З.К., Коврига С.В. // Управление большими системами. М.: ИПУ РАН. 2010. № 31. С. 6-34.
- [6] Кулинич А.А. // Избранные труды второй международной конференции по проблемам управления. М.: ИПУ РАН, 2003. Т. 2. С. 219-226.
- [7] Кулинич А.А. // Программные продукты и системы, 2002. № 3.

Cognitive Modeling as a Tool Fuel Management at the Station

**Alexandr S. Dulesov^a,
Vasiliy I. Panteleev^b and Daria V. Barkova^b**

^a *The Khakas State University of Katanov
90 Lenina Str., Abakan, 655001 Russia*

^b *Siberian Federal University,
79 Svobodny, Krasnoyarsk, 660041 Russia*

Let's consider the solution of fuel management in the warehouse to solve the applied cognitive modeling and cognitive graphics method for displaying the cycle of fuel supplies. In order to effectively manage inventory software-based "canvas", is constructed a model of fuel consumption at the station, consider the scenario and the evaluation of the results.

Keywords: cognitive map, cognitive modeling, inventory management.
