

В ході виконання робіт були розглянуті і вирішені такі питання:

- проведений аналіз існуючих моделей і принципів побудови бази знань;
- визначені технологічні критерії роботи вакуум-апарата періодичної дії;
- вперше розроблений фрагмент бази знань у вигляді технологічного фрейму для ситуаційної системи управління (агентної системи);
- визначена форма кодування запису інформації у фреймі, що дає можливість відмовитися від лічильників і індексації бази знань.

Подальший розвиток, доповнення і корекція бази знань на засадах фреймового підходу дасть можливість підвищити ефективність систем управління комплексом вакуум-апаратів періодичної дії, а також створення багаторівневих ієрархічних систем управління цукровим виробництвом.

Література

1. Ладанюк, А. П. Методи сучасної теорії управління [Текст] / А. П. Ладанюк, В. Д. Кишенько, Н. М. Луцька, В. В. Івашук. — К.: НУХТ, 2010. — 196 с.
2. Ладанюк, А. П. Системний аналіз складних систем управління [Текст]: навч. посіб. / А. П. Ладанюк, Я. В. Смітюх, Л. О. Власенко та ін. — К.: НУХТ, 2013. — 274 с.
3. Ладанюк, А. П. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст] / А. П. Ладанюк, В. М. Решетюк, В. Д. Кишенько, Я. В. Смітюх. — К.: Центр учбової літератури, 2014. — 280 с.
4. Котенко, И. В. Командная работа агентов в реальном времени [Текст] / И. В. Котенко, Л. А. Станкевич // Новости искусственного интеллекта. — 2003. — № 3(57). — С. 25–31.
5. Девятков, В. В. Системы искусственного интеллекта [Текст]: учеб. пособие для вузов / В. В. Девятков. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. — 352 с.
6. Эндрю, А. Искусственный интеллект [Текст]: пер. с англ. / А. Эндрю. — М.: Мир, 1985. — 460 с.
7. Уэно, Х. Представление и использование знаний [Текст]: пер. с япон. / Х. Уэно, М. Исидзука; под ред. Х. Уэно. — М.: Мир, 1989. — 280 с.
8. Минский, М. Фреймы для представления знаний [Текст]: пер. с англ. / М. Минский. — М.: Энергия, 1979. — 130 с.
9. Поспелов, Д. А. Ситуационное управление: теория и практика [Текст] / Д. А. Поспелов. — М.: Наука, 1986. — 380 с.
10. Петровский, А. Б. Теория принятия решений [Текст] / А. Б. Петровский. — М.: Академия, 2009. — 400 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ КОМПЛЕКСОМ ВАКУУМ-АППАРАТОВ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Рассмотрены и определены общие требования к сложным системам управления технологическими комплексами. Рассмотрена структура базы знаний интеллектуальной системы управления комплексом вакуум-аппаратов периодического действия. Разработан метод построения базы знаний с использованием фреймовых структур. Определена структура, организация и взаимодействие фреймовых структур в иерархической системе.

Ключевые слова: сложная система, технологический комплекс, вакуум-аппарат, ситуационные вычисления, фреймовая модель знаний.

Прокопенко Юрій Володимирович, здобувач, кафедра автоматизації технологічних процесів, Національний університет харчових технологій, Київ, Україна, e-mail: yv_prokopenko@ukr.net, yv_prokopenko@mail.ru.

Ладанюк Анатолій Петрович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації технологічних процесів, Національний університет харчових технологій, Київ, Україна, e-mail: ladanyuk@ukr.net.

Прокопенко Юрій Владимирович, соискатель, кафедра автоматизации технологических процессов, Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина.

Ладанюк Анатолий Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизации технологических процессов, Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина.

Prokopenko Yuri, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine, e-mail: yv_prokopenko@ukr.net, yv_prokopenko@mail.ru. Ladanyuk Anatoly, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine, e-mail: ladanyuk@ukr.net

УДК 681.5.015:628.21

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.44779

**Дядюн С. В.,
Нестеренко Л. В.**

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ

В статье рассмотрена задача оптимального подбора состава агрегатов насосных станций при проектировании и реконструкции. Приведена постановка задачи, предложен метод ее решения. В качестве критерия оптимизации принято минимум суммы капитальных и эксплуатационных затрат на насосной станции на весь проектный период.

Ключевые слова: проектирование, реконструкция, критерий, трубопроводные системы, насосная станция, метод, оптимальный подбор.

1. Введение

Повышение качества и эффективности функционирования трубопроводных систем (ТС) возможно за счет

разработки и широкого применения ресурсосберегающих технологий проектирования и реконструкции ТС, в основе которых лежит использование современных математических методов и средств вычислительной техники.

При проектировании ТС необходимо определить количество и местоположение отдельных подсистем, структуру, а также параметры и переменные каждой из подсистем так, чтобы обеспечить подачу целевого продукта (ЦП) всем потребителям в нужных количествах и под заданными давлениями. Проектирование должно осуществляться с учетом стохастического характера процессов потребления ЦП, динамики развития системы, надежности и большой вероятности возникновения внештатных ситуаций (аварийное отключение, стихийное бедствие и др.). Все это приводит к необходимости проектирования ТС, обладающих свойством управляемости по потокораспределению. Очевидно, что предпочтительным будет вариант, стоимость которого меньше. Таким образом, проектирование ТС сводится к выбору из множества возможных допустимых вариантов сети оптимального варианта по критерию стоимости [1–5].

Если в процессе оптимального проектирования применять системный подход, то при таком подходе процесс оптимального проектирования ТС разбивается на ряд этапов, или уровней детализации [1–4]. Этим обосновывается актуальность проведенного исследования.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

В работах [1–4] заложены фундаментальные основы и основополагающие принципы теории автоматизированного проектирования и управления потокораспределением в трубопроводных системах. Развитие ТС, практика их эксплуатации, проектирования и реконструкции, а также опыт внедрения этих разработок порождают новые задачи, которые авторы и стремятся решить.

3. Объект, цель и задачи исследования

Объект исследования — насосные станции трубопроводных систем.

Цель исследования — оптимальный подбор состава агрегатов насосных станций при проектировании и реконструкции.

При решении задачи выбора оптимального состава насосного оборудования НС необходимо определить:

- оптимальное количество и типы устанавливаемых насосных агрегатов, являющиеся наиболее экономически целесообразными среди всего множества возможных комбинаций;
- количество и номера регулируемых по подаче насосных агрегатов из общего количества установленных на НС агрегатов;
- количество и номера работающих агрегатов НС, обеспечивающие значения проектных режимных параметров на ее выходе в часовом разрезе;
- количество регулируемых по подаче агрегатов из общего количества рекомендуемых к включению в рассматриваемый час суток;
- оптимальные значения числа оборотов регулируемого привода рассматриваемых агрегатов выбранной комбинации и энергозатрат каждого из рекомендуемых к включению насосов.

4. Результаты решения задачи оптимального подбора состава агрегатов насосных станций при проектировании и реконструкции

Рассмотрим одну из важных задач оптимального проектирования ТС — задачу выбора оптимального состава оборудования насосных станций (НС) трубопроводных систем. В результате решения задачи предшествующего этапа проектирования ТС [1–4] — технико-экономического расчета сети — определяются не только оптимальные по критерию минимума суммы капитальных и эксплуатационных затрат значения диаметров труб проектируемой трубопроводной сети, но и оптимальные значения расходов и давлений на выходах насосных станций для режима максимального потребления ЦП в сети. Эта информация является входной для решения данной задачи, т. е. для обеспечения проектных значений режимных параметров на выходе каждой проектируемой НС необходимо так подобрать состав насосного оборудования, чтобы при этом достигался минимум суммы капитальных и эксплуатационных затрат на НС на весь проектный период $[0, T]$. Таким образом, получаемые в результате решения этой задачи рекомендации по составу насосного оборудования проектируемой НС должны не только обеспечивать управляемость ТС по потокораспределению [6, 7], но и доставлять минимум функции суммы капитальных и энергетических затрат.

В водо- и теплоснабжении широко используются поля насосов [8, 9] — диапазоны изменения рекомендуемой области работы насоса при максимальном и минимальном диаметрах его рабочего колеса. Аналогичные поля работы насосов можно получить, изменив число оборотов регулируемого привода, которым оборудован насос, от максимального до некоторого минимального. Поля работы насосов можно использовать при анализе допустимых вариантов количества и типов устанавливаемых насосов проектируемой НС. Подбирать их необходимо так, чтобы наибольший напор насоса был равен наибольшему требуемому его напору или превышал его [8, 9].

Математически данная задача формулируется так:

$$C = \sum_{i \in R \subseteq L_j} \Pi_i + \sum_{i \in L_j} K_i + j \sum_{i=0}^T \sum_{i \in L_j} W_i N_i [q_i(t)] \rightarrow \min_{q_i(t) \in \Omega}, \quad (1)$$

$$\Omega: \sum_{i \in L_j} W_i q_i(t) = q_{\text{вых}}(t), \quad (2)$$

$$h_i(t) = \psi_{0i} + \psi_{1i} q_i(t) + \psi_{2i} q_i^2(t), \quad i \in S, \quad (3)$$

$$q_i [H_{\text{вых}}(t)] \leq q_i(t) \leq q_i^{++} [H_{\text{вых}}(t)], \quad i \in Z, \quad (4)$$

$$m_i^+ \leq m_i(t) \leq m_i^{++}, \quad i \in S, \quad (5)$$

$$H_{\text{вых}} [q_{\text{вых}}(t)] \geq H_{\text{проект}}(t), \quad (6)$$

$$q_i^+ \leq q_i(t) \leq q_i^{++}, \quad i \in S, \quad (7)$$

$$h_i^+ \leq h_i(t) \leq h_i^{++}, \quad i \in S, \quad (8)$$

$$\psi_0^\Sigma = \min_{i \in Z \subseteq L_j} \{\psi_{0i}\}, \quad (9)$$

$$q_i / q_i' = m_i / m_i', \quad i \in S, \quad (10)$$

$$h_i / h_i' = (m_i / m_i')^2, \quad i \in S, \quad (11)$$

где R — подмножество агрегатов НС, которые оборудованы регулируемым приводом; L_j — множество агрегатов рассматриваемой j -ой НС; Π_i, K_i — стоимость соответственно i -го регулируемого привода НС и i -го насоса; j — коэффициент пересчета электроэнергии;

$$W_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й насос включен,} \\ 0, & \text{если } i\text{-й насос выключен;} \end{cases}$$

$N_i(t)$ — мощность, затрачиваемая i -м насосом на перекачку целевого продукта через него в момент времени t ; h_i', q_i' — подача и напор i -го насоса, соответствующие числу оборотов m_i регулируемого привода; $H_{\text{вых}}(t), q_{\text{вых}}(t)$ — проектные значения напора и расхода на выходе НС в момент времени t ; $\psi_{0i}, \psi_{1i}, \psi_{2i}$ — коэффициенты аппроксимации расходно-напорной характеристики $H(q)$ i -го насоса, $i \in S$; ψ_0^Σ — максимальное значение развиваемого напора группой совместно работающих насосов; S — множество типов насосов; q_i^+, q_i^{++} — граница рекомендуемой области изменения расхода ЦП через i -й насос соответственно нижняя и верхняя; h_i^+, h_i^{++} — граница рекомендуемой области изменения напора i -го насоса соответственно нижняя и верхняя; Z — множество включенных агрегатов НС в рассматриваемый момент времени t ; m_i^+, m_i^{++} — граница диапазона изменения числа оборотов регулируемого привода соответственно нижняя и верхняя.

Для решения данной задачи использовался метод имитационного моделирования [10].

5. Обсуждение результатов решения задачи выбора оптимального состава оборудования насосных станций

Проведенные исследования позволяют обеспечивать минимум суммы капитальных и эксплуатационных затрат и могут быть использованы для каждой насосной станции трубопроводных систем.

Недостаток — многолетнее отсутствие финансирования для внедрения передовых высокоэффективных энерго- и ресурсосберегающих научных разработок на отечественных предприятиях коммунального хозяйства, что в условиях резкого и постоянного удорожания электроэнергии, сырьевых ресурсов (газа, воды) и теплообеспечения было бы просто чрезвычайно необходимо.

Проведенные исследования являются продолжением решения задачи выбора оптимальных комбинаций агрегатов насосных станций систем водоснабжения, решаемой на этапе оперативного управления их режимами функционирования, описанной в [10].

6. Выводы

В результате проведенных исследований:

1. Разработана процедура автоматизированного подбора насосного оборудования станции, основанная на

генерации различных структур включения регулируемых и нерегулируемых насосов и позволяющая в результате обработки данных о диапазонах работы различных типов насосов подбирать наиболее экономически целесообразный состав НС для обеспечения заданных проектных значений суточного графика изменения подачи и напора на выходе НС. В качестве оптимизационного метода использовался метод ветвей и границ.

2. Для НС, которая содержит небольшое количество насосов и у которой оборудован регулируемым приводом лишь один насосный агрегат, оптимальное решение можно получить также методом простого перебора. Обязательным условием при этом является обеспечение возможности изменения подачи регулируемого насоса в достаточно широком диапазоне.

3. Множество полученных результатов моделирования реальных НС систем водоснабжения на IBM PC и расчета их оптимальных режимов показало, что для обеспечения плавного регулирования подачи НС во всем диапазоне изменения ее расхода достаточно, как правило, оборудовать регулируемым приводом лишь один, наиболее мощный насосный агрегат.

Литература

1. Евдокимов, А. Г. Моделирование и оптимизация потокораспределения в инженерных сетях [Текст] / А. Г. Евдокимов, А. Д. Тевяшев, В. В. Дубровский. — М.: Стройиздат, 1990. — 368 с.
2. Евдокимов, А. Г. Оптимальные задачи на инженерных сетях [Текст] / А. Г. Евдокимов. — Харьков: Вища школа, 1976. — 153 с.
3. Евдокимов, А. Г. Потокораспределение в инженерных сетях [Текст] / А. Г. Евдокимов, В. В. Дубровский, А. Д. Тевяшев. — М.: Стройиздат, 1979. — 199 с.
4. Евдокимов, А. Г. Оперативное управление потокораспределением в инженерных сетях [Текст] / А. Г. Евдокимов, А. Д. Тевяшев. — Харьков, 1980. — 144 с.
5. Fallside, F. The Development of Modelling and Simulation Techniques Applied to a Computer — Based — Telecontrol Water Supply System [Text] / F. Fallside, P. F. Perry, R. H. Burch, K. C. Marlow // Computer Simulation of Water Resources Systems. — 1975. — № 12. — P. 617–639.
6. Дядюн, С. В. Оптимизация потокораспределения в системах водоснабжения с большим числом активных источников [Текст] / С. В. Дядюн // Автоматизированные системы управления и приборы автоматки. — Харьков: ХНУРЭ, 2001. — Вып. 115. — С. 36–40.
7. Дядюн, С. В. Моделирование и рациональное управление системами водоснабжения при минимальном объеме оперативной информации [Текст] / С. В. Дядюн // Радиоэлектроника и информатика. — Харьков: ХНУРЭ, 2002. — № 20. — С. 111–115.
8. Турк, В. М. Насосы и насосные станции [Текст] / В. М. Турк, А. В. Минаев, В. К. Карелин. — М.: Стройиздат, 1977. — 287 с.
9. Белан, А. Е. Технично-экономические расчеты водопроводных систем на ЭВМ [Текст] / А. Е. Белан, П. Д. Хорунжий. — К.: Вища школа, 1979. — 213 с.
10. Дядюн, С. В. Выбор оптимальных комбинаций агрегатов насосной станции городского водопровода [Текст] / С. В. Дядюн // Коммунальное хозяйство городов. — Киев: Техніка, 1992. — Вып. 1. — С. 63–70.

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ ТРУБОПРОВІДНИХ СИСТЕМ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ

В статті розглянуто задачу вибору оптимального складу агрегатів насосних станцій при проектуванні та реконструкції. Приведено постановку задачі, запропоновано метод її розв'язання. У якості критерію оптимізації було прийнято мінімум суми капітальних та експлуатаційних затрат на насосній станції на весь проектний період.

Ключові слова: проектування, реконструкція, критерій, трубопровідні системи, насосна станція, метод, оптимальний підбір.

Дядюн Сергей Васильевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра прикладной математики и информационных технологий, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, Украина, e-mail: dauling@mail.ru.

Нестеренко Лариса Васильевна, старший преподаватель, кафедра прикладной математики и информационных технологий, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, Украина, e-mail: laran64@ukr.net.

Дядюн Сергій Васильович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра прикладної математики і інформаційних технологій, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Україна.

Нестеренко Лариса Васильівна, старший викладач, кафедра прикладної математики і інформаційних технологій, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Україна.

Dyadun Sergey, O. M. Beketov National University of Urban Economy, Ukraine, e-mail: dauling@mail.ru.

Nesterenko Larisa, O. M. Beketov National University of Urban Economy, Ukraine, e-mail: laran64@ukr.net.

УДК 658.562:004

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.44809

**Зубрецькая Н. А.,
Савченко А. Ю.,
Федин С. С.**

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ

Выполнена структурная формализация процесса оценки и прогнозирования качества в аспекте основных методов квалиметрии, прогностики и теории управления качеством. Сформулированы преимущества методов интеллектуального анализа для повышения эффективности обработки информации при решении сложноформализуемых задач управления качеством в условиях современного промышленного производства.

Ключевые слова: оценка и прогнозирование, управление качеством продукции, методы интеллектуального анализа информации.

1. Введение

В условиях современного промышленного производства наряду с увеличением объемов информации, необходимой для принятия управленческих решений, развитием технологий ее получения и хранения, возрастает роль методов обработки данных о деятельности предприятия, различных видах продукции и их свойствах. В процессе управления качеством промышленной продукции, которая характеризуется многообразием свойств, многофункциональной и структурной сложностью, возникает противоречие между неопределенностью априорной информации о многомерных показателях качества продукции (ПКП) и возрастающими требованиями к достоверности их оперативных и прогнозных оценок (рис. 1). Разрешение этого противоречия требует повышения эффективности обработки информации на основе внедрения новых технологий анализа данных при оценивании и прогнозировании ПКП на всех стадиях жизненного цикла.

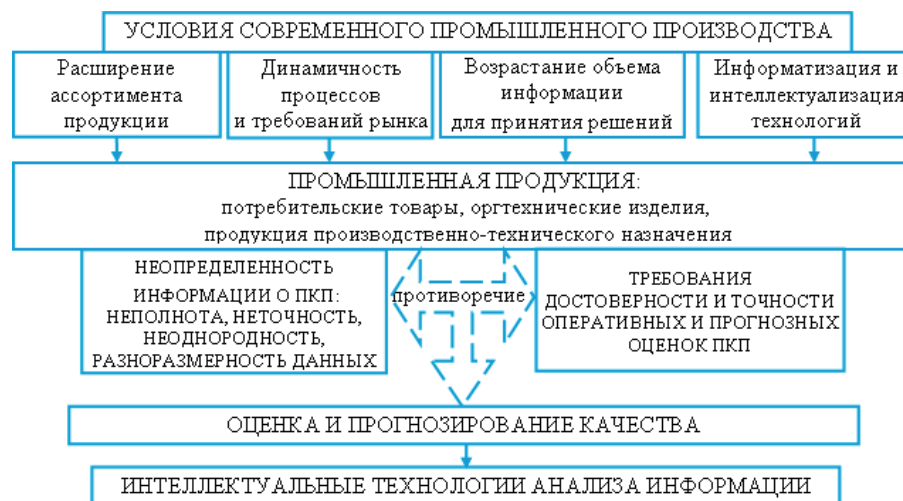


Рис. 1. Предпосылки интеллектуализации современных методов оценки и прогнозирования качества продукции

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Анализ современных методов оценки и прогнозирования качества показал ограниченность их использования при обработке разнородной, разноразмерной измерительной информации о ПКП, характеризующейся сложными взаимосвязями и запаздыванием во времени, различными