



ISSN 2305-3356
www.vestnikstu.kz

Академик Зұлқарнай Алдамжар атындағы
Қостанай әлеуметтік-техникалық университеті

ҒЫЛЫМИ ХАБАРШЫСЫ ВЕСТНИК НАУКИ

Костанайского социально-технического университета
имени академика Зулхарнай Алдамжар



3/2014

ҚЫРКҮЙЕК/СЕНТЯБРЬ

Академик Зұлқарнай Алдамжар атындағы Қостанай
әлеуметтік-техникалық университеті

ҒЫЛЫМИ ХАБАРШЫСЫ ВЕСТНИК НАУКИ

Костанайского социально-технического университета
имени академика Зулхарнай Алдамжар



қыркүйек/сентябрь

Серия технических наук

Регистрационный № 5120-Ж

2004 жылы құрылған

Основан в 2004 году

Жылына 2 рет шығады

Выходит 2 раза в год

Алғашқы есепке қою кезіндегі нөмірі мен мерзімі № 2394-Ж-18.10.2001 ж.

Номер и дата первичной постановки на учет № 2394-Ж-18.10.2001 г.

Подписной индекс 74369

Редакцияның мекен жайы:
110010; Қостанай қ.,
Герцен көшесі, 27,
тел. (7142) 55-46-44
факс (7142) 55-41-42
e-mail pkkstu@mail.ru

Адрес редакции:
110010, г. Костанай,
ул.Герцена, 27,
тел. (7142) 55-46-44
факс (7142) 55-41-42
e-mail pkkstu@mail.ru

Құрылтайшы:

Академик Зұлқарнай Алдамжар атындағы
Қостанай әлеуметтік-техникалық
университеті,
Халықаралық инновациялық білім беру
консорциумы.

Учредители:

Костанайский социально-технический
университет им. академика Зулхарнай
Алдамжар,
Международный инновационно-
образовательный консорциум.

**Редакция алқасы:****Редакционная коллегия:*****Бас редакторы******Главный редактор***

Доктор физико-математических наук, профессор

Джаманбалин К. К.

Бас редактордың орынбасары***Зам. главного редактора***

Доктор технических наук, профессор

Баймухамедов М. Ф.

Жауапты хатшы***Ответственный секретарь***

Кандидат физико-математических наук

Медетов Н.А.

Редакция алқасының мүшелері**Редакционно-издательский совет:**

Доктор философии (PhD) Акива Фрадкин, д.т.н. Скормин В.В. (США),
д. ф-м. н. Герасименко Н. Н., д.т.н. Шанчуров С. М., д.т.н. Князев С. Т., д.т.н.
Неволин Д.Г., д.т.н. Самуйлов В.М..(Россия); д.т.н. Батырканов Ж.И., д.т.н.,
Шаршеналиев Ж. Ш. (Кыргызстан); д. ф-м. н. Джаманбалин К. К., д. т. н. Ашимов
А. А., д. т. н. Баймухамедов М. Ф., д.т.н. Бейсенби М. А., д.т.н. Бияшев Р. Г.,
д.т.н. Шарипбаев А.А., д.т.н. Атанов С.К., доктор PhD Алдамжарова
Г.З., к. ф-м. н. Медетов Н. А. . (Казахстан)

Журнал Қазақстан Республикасының мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім
министерлігінде баласым ретінде тіркеліп, 5120-Ж куәлік берілген. Таралымы 300 дана.

Басылым мерзімі – жылына 2 рет.

Издание зарегистрировано Министерством культуры, информации и общественного
согласия Республики Казахстан. Рег. свидетельство № 5120-Ж. Тираж 300 экземпляров.

Периодичность издания – 2 номера в год.

Решением Института инжиниринга и технологий (The Institution of Electrical Engineers,
IIEE, Великобритания) Вестник науки КСТУ им. академика З.Алдамжар включен в
международную БД «Inspec Direct».

Осы нөмірде: В ЭТОМ НОМЕРЕ:

Техникалық ғылымдары Технические науки

Айтчанов Б.Х. , Алдибекова Н.А. Параметрический синтез системы управления омагничиванием молока.....6	6
Алдабергенов А.К. Материалдар кедергісінің күрделі есептерін әдеттегідей емес әдіспен шешу.....15	15
Алдабергенов А.К. Материалдар кедергісінің әдеттегідей емес жолдары19	19
Баймухамедов М.Ф., Абжаханов К.Д. Разработка моделей автоматизированной системы дистанционного обучения на базе интегрированной информационной системы.....22	22
Баймухамедов М.Ф., Тулегенов Д.С. Принципы построения имитационной модели железнодорожной станции.....29	29
Батырканов Ж.И., Боскебеев К.Д. Модели представления знаний на основе приближенного множества.....35	35
Батырканов Ж.И., Кадыркулова К.К. Синтез законов управления по осуществлению движения по предписанной программе.....40	40
Биттеев Ш.Б. Оптимизация процесса управления прочностью бетона.....46	46
Дейнега В.В., Сапанов Е.К. Что ждать от погоды и как можно предсказать ее.....50	50
Кабылбекова У.М. Нелинейная диффузия как основа прочности и пористости строительных изделий.....54	54
Классен Ю.В., Сапанов Е.К., Ростиславов О.А., Чаузова Т.Н. Альтернативное энергоснабжение для потребителей небольшой мощности для городов и районов Республики Казахстан.....60	60
Расим Дурмаз Модель представления знаний организации.....64	64
Саитов Н.Ж., Бабаев Б.Н. Разработка автоматизированной системы «AVN SCHEDULE» для составления расписания занятий в вузах.....68	68
Саитов Н.Ж., Шабыралиева А.С. Система оценки знаний студентов.....74	74

Сапанов Е.К., Классен Ю.В., Ростиславов О.А., Чаузова Т.Н.	
Возобновляемые источники энергии - основной источник «зеленой» электроэнергии Казахстана.....	81
Сулейменов Б.А., Войчик В., Порубов Д.А.	
Оптимальная система управления карьерным автомобильным транспортом.....	86
Сулейменов Б.А., Жунисбеков М.Ш., Сугурова Л.А., Сулейменов А.Б.	
Интеллектуальные и гибридные системы управления технологическими процессами: теория, методы и приложения.....	98
Сулейменов Б.А., Жунисбеков М.Ш., Сугурова Л.А., Сулейменов А.Б.	
Методика разработки системы оперативной диагностики состояния технологического оборудования.....	107
Правила оформления статей.....	119

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОМАГНИЧИВАНИЕМ МОЛОКА

Б.Х. Айтчанов¹, А.Н. Алдибекова²,
доктор технических наук, профессор¹, докторант²,
Казахский национальный технический университет
имени К.И. Сатпаева (Казахстан)

*Положительные рецензии даны д.т.н. Кушнир В.Г.
и к.т.н. Кудубаевой С.А.*

В статье рассмотрена разработка методов параметрического синтеза частотно-импульсных систем автоматического управления (ЧИСАУ) процессом производства и контроля качества молочной продукции. Фильтр частотно-импульсной модуляции реализован в виде апериодического звена 2-порядка (ЧИМ с ФАЗ).

Построена структурная модель ЧИМ с ФАЗ 2-порядка, а также получены уравнения для управления режимными параметрами производства молока.

Предлагаются подходы преобразования параметрического синтеза, которые непосредственно решают поставленную задачу.

Полученная в данной работе структурная модель модулятора служит основой для построения математических моделей динамической частотно-импульсной системы управления производством и качества молочной продукции, которые позволяют в дальнейшем разработать различные по точности и трудоемкости вычислительных процедур методы анализа и синтеза рассматриваемого в статье класса систем производства молока частотно-импульсных систем управления.

Ключевые слова: *частотно-импульсная модуляция, апериодическое звено 2-порядка, омагничивание молока, параметрический синтез, вольтерровская модель.*

В устройствах, предназначенных для омагничивания молока, которое меняет физико-химические свойства последнего в сторону улучшения, необходимо поддерживать постоянными несколько параметров. Для получения стабильных выходных параметров надо с высокой степенью точности контролировать скорость молока по трубопроводу и поддерживать её постоянно в течение длительного времени это с одной

стороны. С другой стороны должен осуществляться контроль за магнитным полем с последующей его стабилизацией.

Для управления магнитным полем в работе [1] предложена система омагничивания частотно-импульсного модулятора с фильтром в виде апериодического звена 2-порядка (ЧИМ с ФАЗ).

Контролировать и регулировать напряженность магнитного поля можно различными методами [2], а определить и контролировать качество продукции возможно лишь с помощью сигнала ядерного магнитного резонанса (ЯМР) от химических (выбранных) элементов (например, атома). Для этого необходимо было разработать первичный датчик сигнала ЯМР [3]. Теория работы датчика представлена в статье [4].

Ниже нами предлагается для целей омагничивания жидкой продукции (молока) использовать импульсные магнитные поля, которые управляются с помощью ЧИМ с ФАЗ 2-порядка.

Построенная в работе [1] структурная модель частотно-импульсной системы омагничивания жидкости с фильтром в виде апериодического звена 2-порядка служат основой для разработки моделей и методов исследования данного класса систем управления.

Целью данной работы является разработка методов параметрического синтеза частотно-импульсных систем автоматического управления (ЧИСАУ) с ФАЗ 2-порядка на основе среднеквадратичного критерия. Основой для синтеза служит структурная модель систем приведенной в работе [5] рис 1.

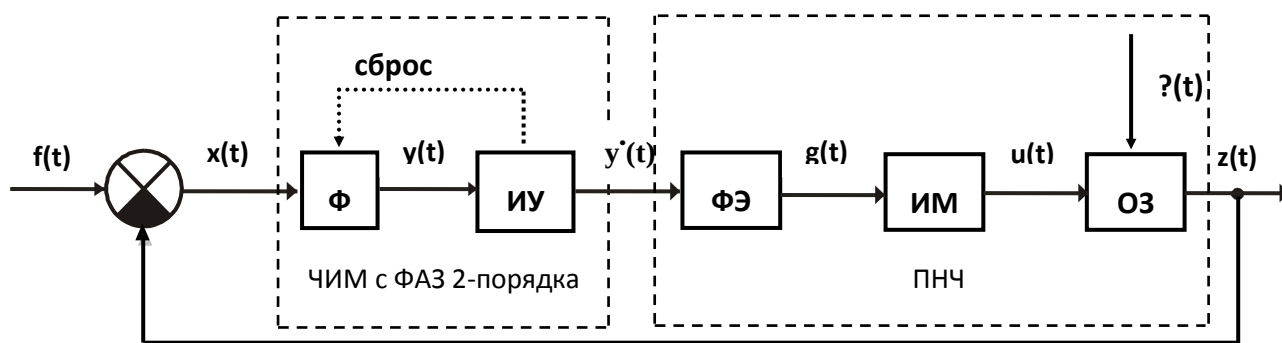


Рисунок 1 - Структурная схема ЧИСАУ с ФАЗ 2-порядка

ЧИСАУ с ФАЗ 2-порядка омагничивания молока представляет собой замкнутую систему с отрицательной обратной связью. В прямой цепи системы последовательно включены частотно-импульсный модулятор ЧИМ с ФАЗ 2-порядка и приведенная непрерывная часть (ПНЧ), включающий в себя формирующий элемент ФЭ и исполнительного механизма ИМ. На входе системы действует случайный стационарный процесс $f(t)$ и на объект управления воздействует белый шум $\mu(t)$.

Рассматриваем ЧИСАУ объектами с запаздыванием, структурная схема которой приведена на рис.1[6].

Содержательное описание преобразований, осуществляющихся в системе, и математическое описание ЧИСАУ объектами с запаздыванием подробно приведены в работах [1, 6- 9] .

Эффективность функционирования системы (рис. 1) характеризуется статистическим критерием [7]:

$$I = MQ(x), \quad (1)$$

где M – знак математического ожидания; $Q(x)$ – заданная функция от ошибки.

Этот критерий охватывает многие известные виды критериев качества [8]. Например, если

$$Q(x) = x^2, \quad (2)$$

то получим среднеквадратичное отклонение ошибки. Если

$$Q(x) = \begin{cases} 0, & d_1 \leq x \leq d_2 \\ 1, & x > d_2, x < d_1 \end{cases}, \quad (3)$$

то получим вероятность выхода ошибки из заданных допусков (d_1, d_2)

Как видно из описания модулятора, применяемого для управления объектами с запаздыванием [10]:

$$z(t) = H[\lambda, \tau_0, z(\tau), g(\tau) / t_0 \leq \tau \leq t], \quad (4)$$

где H – непрерывный нелинейный функционал; параметр λ характеризует случайность параметров функционала H ; $g(t)$ – последовательность управляющих случайных импульсов заданной формы; τ_0 – время запаздывания управляемого объекта управления;

$$y(t) = \Phi[y(\tau), x(\tau) / t_0 \leq \tau \leq t] \quad (5)$$

где Φ – непрерывный нелинейный функционал с постоянными параметрами;

$$y(t) = W[x(\tau), \bar{y}(t_0) / t_0 \leq \tau \leq t] \quad (6)$$

где W – оператор преобразования вход – выход, осуществляемого в фильтре Φ ; $\bar{y}(t_0)$ – вектор начальных условий;

$$y(t_{n+1} - 0) = W[x(\tau) / t_n + 0 \leq \tau \leq t_{n+1} - 0] = \lambda_{n+1} \Delta, \quad (7)$$

где

$$\lambda_{n+1} = \text{sign } W[x(\tau) / t_n + 0 \leq \tau \leq t_{n+1} - 0], \quad (8)$$

Δ – порог импульсного устройства ИУ;

Выходной сигнал ЧИМ с ФАЗ 2-порядка:

$$y^*(t) = \sum_n \lambda_n \delta(t - t_n); \quad (9)$$

$$y(t_{n+1} - 0) = W[x(\tau) / t_n + \tau_m \leq \tau \leq t_{n+1} - 0] = \lambda_{n+1} \Delta, \quad (10)$$

где

$$\lambda_{n+1} = y(t_{n+1} - 0), \quad (11)$$

τ_m – параметр динамического частотно-импульсного модулятора, учитывающий эффект запаздывания управляемого объекта ($\tau_m \geq \tau_0$).

Характеризуется последовательностью своих параметров $c_1, \dots, c_n$.

ЧИМ с ФАЗ 2-порядка характеризуется вектором, компонентами которого являются семь параметров:

$$\vec{c} = [c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6]^T \quad (12)$$

где $\Delta = c_1$, $A = c_2$, $\gamma = c_3$, $k_\mu = c_4$, $\alpha_1 = c_5$, $\alpha_2 = c_6$, $\tau_m = c_7$.

Здесь

Δ – порог импульсного устройства ИУ;

A -амплитуда импульса;

- длительность импульса;

k_μ -коэффициент усиления апериодического звена 2-порядка;

α_1, α_2 - постоянные времени;

τ_m – параметр динамического частотно-импульсного модулятора, учитывающий эффект запаздывания управляемого объекта ($\tau_m \geq \tau_0$) (τ_0 – время запаздывания объекта).

$\Delta, k_\mu, \alpha_1, \alpha_2$ - характеристика блока сброса;

A, τ_m - характеристика БФИ (управляющий импульс)

В случае линейного фильтра ЧИМ с ФАЗ 2-порядка характеризуется $(l + l_1^0 + 3)$ - мерным вектором [7]:

$$\vec{c} = [c_1, c_2, \dots, c_{(l+l_1^0+3)}]^T. \quad (13)$$

В нелинейном случае ЧИМ с ФАЗ 2-порядка также характеризуется вектором из постоянных параметров

$$\vec{c} = (c_1, \dots, c_n)^T \quad (14)$$

размерность которого определяется числом используемых членов ряда Вольтерра.

Эти параметры могут выбираться из допустимой области, задаваемой в общем случае в виде

$$M\rho(x(t)) \leq 0. \quad (15).$$

Передаточная функция ЧИМ, фильтр которого реализован в виде апериодического звена 2-порядка характеризуется:

$$W(p) = \frac{k}{p^2 + \alpha p + \beta} \quad (16)$$

Если в фильтре модулятора корни характеристического полинома вещественные и отрицательные, то указанную функцию можно разложить в виде:

$$W(p) = \frac{k}{\alpha_2 - \alpha_1} \left(\frac{1}{p + \alpha_2} - \frac{1}{p + \alpha_1} \right) \quad (17)$$

В дальнейшем для простоты системы обозначим $\frac{k}{\alpha_2 - \alpha_1} = k_\mu$.

где k_μ -коэффициент усиления апериодического звена 2-порядка;

В связи с приведенной [8] формализацией процесса функционирования автоматической системы с частотно-импульсной модуляцией, используемой при управлении объектами с запаздыванием

(рис. 1), математическая постановка задачи ее параметров $\vec{C}$ (12)-(14) из условия минимума критерия качества вида (1) при соответствующих ограничениях:

$$x(t) = f(t) - z(t), \quad (18)$$

$$z(t) = \sum_{r=1}^{\infty} [h_r \otimes y^*(t)], \quad (19)$$

$$y^*(t) = \delta' \otimes u(t), \quad (20)$$

$$v(t) = \varphi(u(t)), \quad (21)$$

$$u(t) = \frac{1}{\Delta} y(t) + \{1 \otimes [y(t)s(t) \frac{1}{\Delta}]\}, \quad (22)$$

$$s(t) = \frac{1}{\Delta} y(t) [\delta \otimes v(t)], \quad (23)$$

$$y(t) = [q \otimes x(t)] - \{q \otimes x(t) [q_{\tau_m} \otimes s(t)]\} - q \otimes [\frac{1}{k_{\mu}} [y(t)s(t)]], \quad (24)$$

где символом $[h_r \otimes y^*(t)]$ обозначена r -мерная свертка импульсных характеристик объекта с запаздыванием $h_r(\tau_0, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_r)$ и функции $y^*(t - \tau_i), i = 1, \tau$, т.е [7].

$$[h_r \otimes y^*(t)] = \int_0^{\infty} \dots \int_0^{\infty} h_r(\tau_0, \tau_1, \dots, \tau_r) \prod_{i=1}^r y^*(t - \tau_i),$$

τ_0 - время запаздывания объекта; $q(t) = L^{-1}\{G(p)\}$, $G(p)$ - передаточная функция фильтра Ф ЧИМ с ФАЗ 2-порядка; $\varphi(u(t))$ - релейно-гистерезисный нелинейный элемент в работе [9] (рис.3); $q_{\tau_m}(t) = L^{-1}[G_{\tau_m}(p)]$;

$G_{\tau_m}(p) = \frac{1 - e^{-\tau_m p}}{p}$; τ_m - параметр ЧИМ с ФАЗ 2-порядка, учитывающий эффект запаздывания объекта.

Задача параметрического синтеза ЧИСАУ с ФАЗ 2-
 $MQ[x(t)] \rightarrow \min$

Смысл предлагаемой в работе методики решения задачи параметрического синтеза заключается в осуществлении преобразования исходной задачи к задаче поиска экстремума функции многих переменных [11]:

$$F(\vec{C}) \rightarrow \min, \text{ при } P(\vec{C}) \leq 0 \quad (25)$$

путем исключения из уравнений (18)-(24) переменных x, y, z .

Преобразование параметрического синтеза может быть осуществлено разными путями. В данной работе к преобразованию предлагается три подхода:

1. Исходная модель;
2. На основе вольтеровской модели;
3. Статистическая линеаризация.

Эти подходы, с одной стороны, непосредственно решают исходную задачу, а с другой стороны, каждый предыдущий путь служит основанием для последующего, более рационального с практической точки зрения.

Процедура исключения переменных x , y , z из математической модели исходной системы содержит принципиальные трудности. Как видно из уравнений (18)–(24), математическое описание системы содержит неявное функциональное соотношение (22).

Первый путь, предлагаемый в работе приводит к тому, чтобы найти такую структуру частотно-импульсной системы, которая, с одной стороны, точно воспроизводит процессы, протекающие в исходной системе, приведенной в работе [7] (рис.4.1), и с другой – исключает “параметрические” обратные связи. Замена ЧИМ с ФАЗ 2-порядка эквивалентной структурой позволяет исключить из математической модели системы неявные функциональные соотношения. В результате математическая модель системы с линейным фильтром с простыми полюсами приобретает следующий вид [10]:

$$x(t) = f(t) - z(t); \quad (26)$$

$$z(t) = \sum_{k=1}^{\infty} h_k \otimes y^*(t) \times \mu(t); \quad (27)$$

$$y^*(t) = \dot{v}(t); \quad (28)$$

$$\mathcal{G}(t) = \varphi(y); \quad (29)$$

$$y(t) = \sum_{i=1}^e (k_{\mu} \int_0^{\infty} e^{\alpha_2(t-\tau)} [x(\tau) - \mu(\tau)] d\tau - \int_0^{\infty} e^{\alpha_2(t-\tau)} y_i(\tau) s(\tau) d\tau - \quad (30)$$

$$- (k_{\mu} \int_0^{\infty} e^{\alpha_1(t-\tau)} [x(\tau) - \mu(\tau)] d\tau - \int_0^{\infty} e^{\alpha_1(t-\tau)} y_i(\tau) s(\tau) d\tau)$$

$$\mu(t) = x(t) \int_0^{\infty} q_{\tau_m}(t - \tau) s(\tau) d\tau; \quad (31)$$

$$s(t) = |\dot{v}(t)|, \quad (32)$$

где $x(t)$ – сигнал ошибки системы, $f(t)$ – входной стационарный случайный процесс системы, $z(t)$ – выходной сигнал непрерывной части, в состав которой помимо управляемого объекта с запаздыванием входит формозадающий фильтр, $y^*(t)$ – сигнал на выходе ЧИМ с ФАЗ 2-порядка, Δ – порог срабатывания импульсного устройства, $v(t)$ – выходной сигнал блока формирования импульсов, $s(t)$ – сигнал сброса, $q_{\tau_m}(t) = L^{-1}[\frac{1 - e^{-\tau_m p}}{p}]$; $y(t)$ – выходной сигнал фильтра в ЧИМ с ФАЗ 2-порядка:

$$\begin{aligned} y_v(t) = & e^{-\alpha_2(t-t_n)} y_v(t_n + 0) + k_{\mu} \int_{t_n+0}^{t_n+\tau_m} e^{-\alpha_2(t-\tau)} [x(\tau) - \mu(\tau)] d\tau + k_{\mu} \int_{t_n+\tau_m}^{t_{n+1}-0} e^{-\alpha_2(t-\tau)} x(\tau) d\tau - \\ & - k_{\mu} \int e^{-\alpha_2(t-\tau)} \eta(\tau) d\tau - e^{-\alpha_1(t-t_n)} y_v(t_n + 0) + k_{\mu} \int_{t_n+0}^{t_n+\tau_m} e^{-\alpha_1(t-\tau)} [x(\tau) - \mu(\tau)] d\tau + \\ & + k_{\mu} \int_{t_n+\tau_m}^{t_{n+1}-0} e^{-\alpha_1(t-\tau)} x(\tau) d\tau - k_{\mu} \int e^{-\alpha_1(t-\tau)} \eta(\tau) d\tau \end{aligned} \quad (33)$$

$y_i(t)$ – выходной сигнал элементарного звена фильтра, получающегося при

разложении фильтра на 1 параллельно соединенных звеньев с передаточными функциями (17). С учетом уравнений (18)–(24) исходная задача параметрического синтеза примет вид [7]

$$MQ(x) \rightarrow \min$$

при ограничениях

$$\begin{aligned} M\rho(x(t)) &\leq 0, \\ x(t) &= f(t) - \sum_{k=1}^{\infty} h_k \otimes y^*(t) \times \mu(t); \\ y^*(t) &= \dot{v}(t); \\ v(t) &= \varphi(y); \end{aligned} \quad (34)$$

$$\begin{aligned} y(t) &= \sum_{i=1}^e (k_{\mu} \int_0^{\infty} e^{\alpha_2(t-\tau)} [x(\tau) - \mu(\tau)] d\tau - \int_0^{\infty} e^{\alpha_2(t-\tau)} y_i(\tau) s(\tau) d\tau - \\ &- (k_{\mu} \int_0^{\infty} e^{\alpha_1(t-\tau)} [x(\tau) - \mu(\tau)] d\tau - \int_0^{\infty} e^{\alpha_1(t-\tau)} y_i(\tau) s(\tau) d\tau) \\ \mu(t) &= x(t) \int_0^{\infty} q_{\tau_m}(t-\tau) s(\tau) d\tau, \end{aligned}$$

$$s(t) = |\dot{v}(t)|.$$

Второй подход к преобразованию исходной задачи к виду (25), предлагаемый в работе, заключается в применении аппарата функциональных рядов Вольтерра к задаче (1) [11]. В работе [7] показана процедура построения вольтерровской модели системы, которая заключается в последовательном размыкании замкнутых контуров на основе решения соответствующих уравнений с помощью функциональных рядов Вольтерра. Выше получена вольтерровская модель ЧИУСс ФАЗ 2-порядка объектами с запаздыванием в виде:

$$x(t) = c_0 + \sum_{k=1}^{\infty} c_r \otimes^r f(t) \quad (35)$$

где $c_r(t_1, \dots, t_r, c)$ – импульсные характеристики замкнутой системы, зависящие от параметров модулятора.

Вольтерровская модель (35) описывает явную связь между процессом ошибки $x(t)$ и входным процессом $f(t)$ системы. С помощью этой модели исключаются переменные x, y, z из уравнений задачи (1) [11], и задача приводится к параметрическому виду (24)

$$MQ[n_0 + \sum_{k=1}^{\infty} n_k \otimes^k f(t)] \rightarrow \min$$

при

$$M\rho[n_0 + \sum_{k=1}^{\infty} n_k \otimes^k f(t)] \leq 0. \quad (36)$$

Во многих практических случаях удобно вместо задачи (1) использовать задачу, полученную путем статистической линеаризации

вольтерровской модели (35). Линейная модель ЧИУС с ФАЗ 2-порядка получена в виде [10]

$$x(t) = \int_0^{\infty} l_0^i(\tau_0, \tau_m, \tau, \bar{c}) m_f d\tau + \int_0^{\infty} l_1^i(\tau_0, \tau_m, \tau, \bar{c}) f^0(t-\tau) d\tau \quad (37)$$

где индекс i указывает на различие способов получения соответствующих импульсных характеристик $l_0^i(\tau_0, \tau_m, \tau, \bar{c})$, $l_1^i(\tau_0, \tau_m, \tau, \bar{c})$.

На основе линейной модели (37) задача, решаемая в данной работе, представляется в виде

$$MQ \left(\int_0^{\infty} l_0^i(\tau_0, \tau_m, \tau, \bar{c}) m_f d\tau + \int_0^{\infty} l_1^i(\tau_0, \tau_m, \tau, \bar{c}) f^0(t-\tau) d\tau \right) \rightarrow \min \quad (38)$$

при

$$MP \left(\int_0^{\infty} l_0^i(\tau_0, \tau_m, \tau, \bar{c}) m_f d\tau + \int_0^{\infty} l_1^i(\tau_0, \tau_m, \tau, \bar{c}) f^0(t-\tau) d\tau \right) \leq 0.$$

Использование при синтезе частотно-импульсной системы ее вольтерровской модели позволяет получить точный результат. В практических применениях число элементов вольтерровской модели системы конечном счете приводит к появлению погрешности. Однако эту погрешность можно уменьшить увеличивая число элементов модели. И наконец, вольтерровская модель позволяет формировать различные типы линейных моделей, это делает метод параметрического синтеза приближенным, но зато более простым с вычислительной точки зрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bekmurza H. Aitchanov, Olimzhon A. Baimuratov, Aitkul N. Aldibekova. Pulse – Frequency control system of the fluids magnetization of the used nuclear magnetic resonance // The 2nd international virtual Scientific Conference. – Slovakia, 9 – 13 June, 2014. – P. 473-477.
2. Войтович И.Д., Корсунский В.М. Интеллектуальные сенсоры. – Москва, 2011. – С.624.
3. Voronin A. M., Aldibekova A.N. Non-contact measurement of fluid flow by nuclear magnetic resonance. Научно-теоретический и практический журнал /Современный научный Вестник. -, 2014.- №7 (203).- С 5-10.
4. Вечерухин Н.М., Мельников А.В. Датчики ядерного магнитного резонанса как преобразователи скорости движения жидкости в частоту // Научное приборостроение. – Россия, 2007.- Т 17, №2. – С.39-47.
5. Айтчанов Б.Х. К построению математических моделей одного класса стохастических систем управления объектами с запаздыванием // Энергетика, телекоммуникация и высшее образование в современных условиях. Алматы: АИЭС, 1998. С.108-110.
6. Алдибекова А.Н. Применение динамического частотно-импульсного модулятора для управления процессом производства и качества молочной продукции. Вестник АТУ.-Алматы, 2014. №1(102).- С.53-60.

7. Айтчанов Б.Х. Стохастические частотно-импульсные системы с запаздыванием. –Алматы: Строительство и архитектура, 2007. –С.159.
8. Айтчанов Б.Х. Методы математического описания частотно-импульсных систем управления объектами с запаздыванием. Вестник КазНТУ. – Алматы: КазНТУ, 2002. № 2 (30).– С.72-82.
9. Айтчанов Б.Х. Функциональные ряды в теории стохастических нелинейных систем с запаздыванием // Вестник КазНТУ. Алматы: КазНТУ, 2005, №4 (48). С. 117-121.
10. Айтчанов Б.Х., Ескендирова Д.М. Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева, №2, 2010, С. 53-57.
11. Aitchanov B.H. Pulse-frequency management of objects with delay // Nauka i studia, Przemysl, Poland, 2009, N 6 (18), 80-85 P.
12. B. Aitchanov, J. Partyka, A. Aldibekova. A dynamic pulse-frequency modulator for controlling the process of production and quality of milk products // Труды международных Сатпаевских чтений «Роль и место молодых ученых в реализации стратегии «КАЗАХСТАН -2050»», посвященных 80-летию КазНТУ им. К.И. Сатпаева. - Алматы, 2014. -С.3-10.

СҮТТІ МАГНИТТЕУДІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНІҢ ПАРАМЕТРЛІК СИНТЕЗІ

Мақалада сүт өнімдерін өндіру мен сапасын бақылау үрдісін жиілікті-импульстік басқару жүйесінің параметрлік синтездерінің әдістерін жасау қарастырылған. Жиілікті-импульстік модуляция фильтрі екінші ретті апериодтты буын түрінде жүзеге асырылған.

Сондай-ақ, қойылған тапсырманы оңай шешетін параметрлік синтездің түрлендіру тәсілдері ұсынылады.

Түйін сөздер: жиілікті-импульстік модуляция, екінші ретті апериодтық буын, сүттің магниттелуі, параметрлік синтез, вольтеррлік модель.

PARAMETRIC SYNTHESIS CONTROL SYSTEMS MAGNETIZATION MILK

The article is devoted to development of the parametric synthesis methods of the pulse-frequency systems of the production's automatic control and control of the quality of the milk products. Pulse-frequency modulation filter is realized as the second order system. In article proposed approach for the transformation of the parametric synthesis, which solves considered problem.

Keywords. Pulse-frequency modulation, aperiodic element of the 2-order, magnetization milk parametric synthesis, Volterra model.

МАТЕРИАЛДАР КЕДЕРГІСІНІҢ КҮРДЕЛІ ЕСЕПТЕРІН ӘДЕТТЕГІДЕЙ ЕМЕС ӘДІСПЕН ШЕШУ

А. К. Алдабергенов,

техника ғылымының кандидаты, профессор,
Костанай инженерлік – экономикалық университеті (Қазақстан)

*Положительные рецензии даны д.т.н. Курмановым А.К.
и к.т.н. Кудубаевой С.А.*

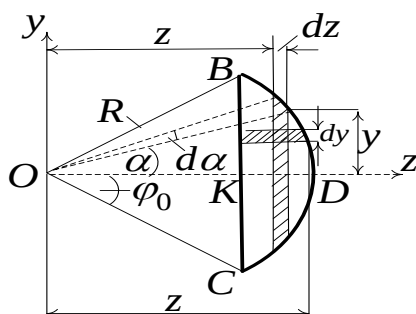
Мақалада жазық фигуралардың геометриялық сипаттамаларын есептеудің әдеттегідей емес жолдары келтірілген. Сектордың, шеңбердің ширек бөлігінің және басқа қиманың инерция моменттері анықталған.

Түйін сөздер: жалпақ бейне, есептеу әдісі, серпін секторы, шеңбердің төрттен бір бөлігі.

Кейбір қарапайым фигуралардың инерция моменттерін әдеттегідей емес әдіспен анықтау жолын көрсетелік. Әдетте оське қарағандағы инерция моментін табу үшін элементарлық жолақты осы оське параллель қылып алады. Ал бұл жұмыста жолақты қарастырылып отырған оське перпендикуляр қылып алу ұсынылады. Әдіс негізінде тік төртбұрыштың инерция моментінің белгілі өрнегі жатады.

1. Орталық бұрышы $2\varphi_0$ – гетен шеңберлік BCD сегментінің z және y осьтеріне қарағандағы инерция моменттерін анықтау (сурет).

:



Суреттен алынады

$$OK = R \cos \varphi_0; \quad BK = R \sin \varphi_0; \quad (1)$$

Ені dz элементарлық жолақты z осьіне перпендикуляр етіп алайық. Оның осы оське қарағандағы инерция моменті тең:

$$dI_z = \frac{(2y)^3 dz}{12}. \quad (2)$$

Шеңбердің теңдеуі мына түрде жазылады $y = \pm \sqrt{R^2 - z^2}$. Интегралдау жүргізгенде айнымалы шаманы ауыстырамыз $y = R \sin t$ немесе $dy = R \cos t \cdot dt$. Осы өрнектерді ескеріп, (2) өрнегін z -тің өзгеру шектері $R \cos \varphi_0, R$ ($t = \frac{\pi}{2} - \varphi_0, t = \frac{\pi}{2}$) бойынша интегралдасақ, табылады:

$$I_z = \frac{2}{3} \int_0^R \sqrt{(R^2 - z^2)^3} \cdot dz = \frac{R^4}{48} (12t + 8 \sin 2t + \sin 4t) \Big|_{\frac{\pi}{2} - \varphi_0}^{\pi/2} = \frac{R^4}{48} (12\varphi_0 - 8 \sin 2\varphi_0 + \sin 4\varphi_0).$$

Элементарлық жолақты уосыне перпендикуляр етіп алсақ (суретті қара), (1) –ді ескере отырып, сегменттің осы оське қарағандағы инерция моментін анықтауға болады:

$$I_y = \int_{CK}^{KB} \left[\frac{(z - OK)^3}{12} dy + (z - OK) \left(\frac{z + OK}{2} \right)^2 dy \right] = \frac{1}{3} R^4 \left(\frac{3}{8} t + \frac{1}{4} \sin 2t + \frac{1}{32} \sin 4t \right) \Big|_{-\varphi_0}^{\varphi_0} - \frac{1}{3} R^3 \cos^3 \varphi_0 \cdot y \Big|_{-R \sin \varphi_0}^{R \sin \varphi_0} = \frac{\varphi_0}{4} - \frac{1}{16} \sin 4\varphi_0.$$

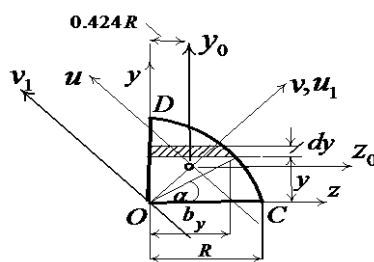
Интегралдауды әдеттегідей әдіспен жүргізсе, табылады:

$$I_y = \int_{OK}^{OD} z^2 dA = -2R^4 \int_{\varphi_0}^0 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha d\alpha = \frac{R^4}{4} (\varphi_0 - \frac{1}{4} \sin 4\varphi_0); \quad (3.д)$$

$$I_z = \int_{\varphi_0}^0 \frac{(2y)^3 dz}{12} = -\frac{8R^4}{12} \int_{\varphi_0}^0 \sin^4 \alpha d\alpha = \frac{R^4}{48} (12\varphi_0 - 8 \sin 2\varphi_0 + \sin 4\varphi_0).$$

Күткендей, әдеттегідей емес және әдеттегідей әдістермен есептеу нәтижелері бірдей болып шыққанын байқаймыз.

2. Ширек шеңбердің ауырлық центрін және центрлік бас осьтерге қарағандағы инерция моменттерін табу.



Элементарлық жолақтың $(b_y = z)$ у осыне қарағандағы инерция моменті тең:

$$dI_y = \frac{(z)^3 dy}{3}. \quad (3)$$

Интегралдау жүргізгенде айнымалы шаманы ауыстырамыз $y = R \sin t$. Шеңбер теңдігі

$z = \pm\sqrt{(R^2 - y^2)}$ және $y = 0$ болғанда, $t = 0$, ал $y = R$ болғанда, $t = \pi/2$ екенін ескеріп, (3) өрнегін интегралдағаннан кейін алынды:

$$I_y = \frac{1}{3} \int_0^R \sqrt{(R^2 - y^2)^3} \cdot dy = \left|_{dy = R \cos t \cdot dt}^{y = R \sin t} \right| = \frac{1}{3} \int_0^{\pi/2} R^4 \cos^4 t \cdot dt = \frac{R^4}{12} \int_0^{\pi/2} (1 + 2\cos 2t + \cos^2 2t) dt = \frac{R^4}{12} \left(\frac{3}{2}t + \sin 2t + \frac{1}{8} \sin 4t \right) \Big|_0^{\pi/2} = \frac{\pi R^4}{16}. \quad (4)$$

y және z осьтеріне қарағандағы центрден тепкіш инерция моменті тең:

$$I_{yz} = \int_A y \frac{z}{2} z dy = \frac{1}{2} \int_0^R y(R^2 - y^2) \cdot dy = \frac{R^4}{8}. \quad (5)$$

Центрлік осьтерге қарағандағы инерция моменттері былай анықталады:

$$I_{y_0} = \int_0^R \left[\frac{z^3}{12} + \left(\frac{z}{2} - 0.4246R \right)^2 z dy \right] = 0.05467 R^4.$$

$$I_{y_0 z_0} = \int_0^R \left(\frac{z}{2} - 0.4246R \right) \cdot \left(\frac{z}{2} - 0.4246R \right) z dy = -0.01656 R^4. \quad (6)$$

(6) теңдігін ескеріп, белгілі кейіптеме бойынша центрлік бас осьтерге қарағандағы инерция моменттері табылады:

$$I_{u,v} = \frac{I_{z_0} + I_{y_0}}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(I_{z_0} - I_{y_0})^2 + 4I_{z_0 y_0}^2} = 0.05475 R^4 \pm 0.01654 R^4.$$

$$I_v = 0.07125 R^4; \quad I_u = 0.03821 R^4. \quad (7)$$

z_0 және y_0 осьтеріне қарағандағы центрден тепкіш инерция моменті сол таңбалы болғандықтан v осы бірінші және үшінші квадранттар арқылы өтеді.

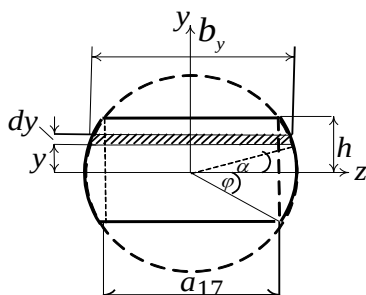
Принимая во внимание (4) пен (5) – ті ескерсек, (7) аналогі бойынша O нүктесінен өтетін бас осьтерге қарағандағы инерция моменттерін есептеуге болады:

$$I_{u_1, v_1} = 0.19625 R^4 \pm 0.125 R^4; \quad I_{v_1} = 0.32125 R^4; \quad I_{u_1} = 0.07125 R^4.$$

Көңіл аударыңыздар I_v инерция моменті толық шеңбердің инерция моментінің төрттен біріне тең болмайды. Өйткені төрт сектор осы оське қарағанда біркелкі орналаспаған, сондықтан, инерция моменттері әр түрлі болады. Бұл жерде тек мына теңдік орын алады:

$$2I_{v_1} + 2I_{u_1} = \frac{\pi R^4}{4} = 0.785 R^4.$$

3. Суретте көрсетілген фигураның инерция моменттерін анықтау.



Элементарлық жолақ $dy \times 2z$ ($b_y = 2z$) үшін y осыне қарағандағы инерция моменті тең:

$$dI_y = \frac{(2z)^3 dy}{12}. \quad (1)$$

(1) теңдігін y – тің өзгеру шектерінде $(-h, h)$ интегралдасак, алынады:

$$I_y = \int_{-h}^h \frac{(2z)^3 dy}{12}. \quad (2)$$

Шеңбер теңдігін ескеріп, айнымалы шаманы ауыстырып және $y = -h$ болғанда, $t = -\varphi$, ал $y = h$ болғанда $t = \varphi$ екенін ескерсек, (2) теңдігі мына нәтижені береді:

$$I_y = \frac{2}{3} \int_{-h}^h \sqrt{(R^2 - y^2)^3} \cdot dy = \frac{R^4}{6} (t + \sin 2t + \frac{1}{2}t + \frac{1}{8} \sin 4t)_{-\varphi}^{\varphi} = \frac{R^4}{24} (12\varphi + 8\sin 2\varphi + \sin 4\varphi).$$

Айта кетелік, бұл фигураның z осыне қарағандағы инерция моментін бір тұтас дене ретінде анытамақ болсак, әдеттегідей емес әдісті қолдануға болмайды. Өйткені, осы оське перпендикуляр алынған элементарлық жолақтардың инерция моменттер көрнектері әр түрлі болады. Бұл әдісті қолдану үшін фигураны екі сегментке және тік төртбұрышқа бөлу қажет.

Әдеттегідей емес әдістермен танысу жас оқытушыларға, магистранттарға, студенттерге және элемент беріктігімен айналысатын оқырмандарға пайдалы.

РЕШЕНИЕ НЕПРОСТЫХ ЗАДАЧ СОПРОТИВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА НЕТРАДИЦИОННЫМ МЕТОДОМ»

В статье приводится новый подход к вычислению геометрических характеристик плоских фигур. Показаны определения моментов инерции сектора, четверти круга и другого сечения.

Ключевые слова: *плоские фигуры, методы исчисления, инерция сектора, четверть круга.*

SOLUTION OF COMPLEX PROBLEMS OF THE STRENGTH OF MATERIALS USING NONCONVENTIONAL METHOD

This article provides new approach to calculation of geometrical characteristics of the plane figures. The article illustrates the definition of the moments of inertia of a sector, quadrant, and any other section.

Keywords: *plane figures, methods of calculation, the inertia of the sector, a quarter of a circle.*

МАТЕРИАЛДАР КЕДЕРГІСІНІҢІ ӘДЕТТЕГІДЕЙ ЕМЕС ЖОЛДАРЫ

А. К. Алдаберген,
техника ғылымының кандидаты, профессор,

Костанай инженерлік – экономикалық университеті (Қазақстан)

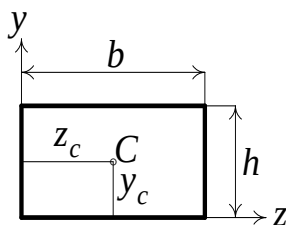
*Положительные рецензии даны д.т.н. Ахметовым И.С.
и к.т.н. Жикеевым А.А.*

Мақалада жазық фигуралардың геометриялық сипаттамаларын есептеудің әдеттегідей емес жолдары келтірілген. Тік төртбұрыштың, үшбұрыштың, трапецияның ауырлық центрлерінің орындары анықталған.

Түйін сөздер: жалпақ бейне, есептеу әдісі, тікбұрыштың түсу орталығы, үшбұрыш және трапеция.

Әдетте жазық қиманың ауырлық центрінің координаталарын анықтағанда алдымен ауданның статикалық моментін есептейді де, оны қиманың аудан шамасына бөледі. Практикалық есептерде бұл ыңғайлы, сондықтан жиі қолданылады. Ғылыми тұрғыдан мына бір әсем әдіс қызығушылық тудырады. Оның негізі мынада: ось төңірегінде айналған ауданнан алынған дене көлемі V осы ауданның A оның центрі толық бір айналғанда өтетін жол ұзындығы L көбейтіндісіне тең екені белгілі, яғни $V = A \cdot L$. Қарапайым фигуралар: тік төртбұрыш, үшбұрыш және трапеция есептерінде әдістің тетігін ашып көрсетейік.

1. Тік төртбұрыш. Оның ауданы $A = bh$. Егер тік төртбұрышты уосы төңірегінде айналдарсақ, алынған дене табан радиусы b және биіктігі h цилиндр болады. Онда тік төртбұрыштың ауырлық центрі C шеңбер сызады да, ол өткен жол ұзындығы тең $L = 2\pi z_c$.



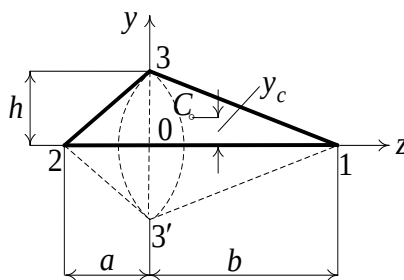
Цилиндр көлемі мына $V = \pi b^2 h$ кейіптемемен анықталатынын ескерсек, табылады:

$$z_c = \frac{V}{A \cdot 2\pi} = \frac{b}{2}.$$

Тік төртбұрышты z осы төңірегінде айналдырса, тағы да табан радиусы h және биіктігі b цилиндрі шығады. Көлем мен жол ұзындығын анықтағаннан кейін алынады:

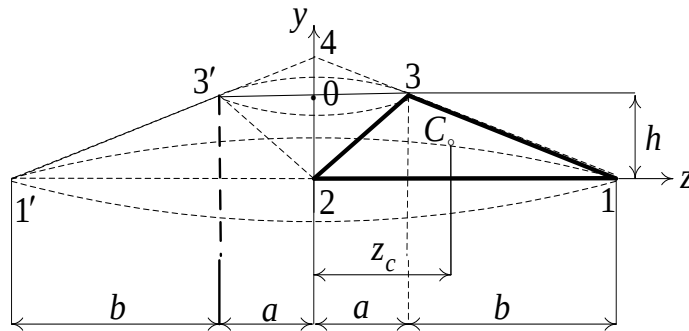
$$y_c = \frac{\pi h^2 b}{bh \cdot 2\pi} = \frac{h}{2}.$$

2. Үшбұрыш. 123 үшбұрышын z осы төңірегінде айналдырғанда алынатын дене радиусы h - қа тең жалпы табанды екі конустан (130' және 230') тұрады. Үшбұрыш ауданы $A = \frac{1}{2}h(a+b)$, айналдырудан алынған дене (екі конус) көлемі $V = \frac{1}{3}\pi h^2(a+b)$, ал ауырлық центрінің жүрген жолы $L = 2\pi y_c$.



Олай болса, табылады:

$$y_c = \frac{\frac{1}{3}\pi h^2(a+b)}{\frac{1}{2}(a+b)h \cdot 2\pi} = \frac{h}{3}.$$



Ауырлық центрдің екінші координатасын табу үшін 123 үшбұрышын y осы төңірегінде айналдыру қажет. Үш бұрыш ауданы $A = \frac{1}{2}h(a+b)$. Айналдырғаннан кейін алынатын дене үш конустан: 141'2; 343'0 және 323'0 тұрады. Соңғы екі конус жалпы табанды. Табан ауданы πa^2 . Бірінші үлкен конустың 141'2 биіктігі тең $\frac{a+b}{b}h$. Барлық үш конустардың көлемі былай анықталады:

$$V = \frac{1}{3}\pi(a+b)^2 \frac{a+b}{b}h - \frac{1}{3}\pi a^2 \frac{a+b}{b}h = \frac{1}{3}\pi(2ab+b^2) \frac{a+b}{b}h.$$

Аудан толық бір айналғанда ауырлық центр C өтетін жол тең $L = 2\pi z_c$.

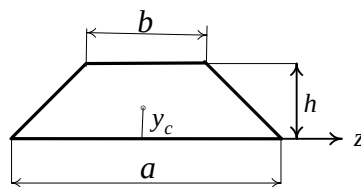
Осы белгілі шамаларды ескерсек, табылады:

$$z_c = \frac{\frac{1}{3}\pi(2ab+b^2)\frac{a+b}{b}h}{\frac{1}{2}(a+b)h \cdot 2\pi} = \frac{2a+b}{3}.$$

Бұл нәтиже әдеттегідей әдіспен де алынады:

$$z_c = \frac{S_y}{A} = \frac{\frac{1}{2}ah \cdot \frac{2}{3}a + \frac{1}{2}bh \cdot (a + \frac{1}{3}b)}{\frac{1}{2}(a+b)h} = \frac{2a+b}{3}.$$

3. Трапеция. Трапеция ауданы тең $A = \frac{a+b}{2}h$. Ауданды z осы төңірегінде айналдырғанда табан радиусы h цилиндр және осы табанды екі конус алынады.



Бұл денелердің көлемі тең:

$$V = \pi h^2 \cdot b + 2 \frac{1}{3} \pi h^2 \cdot \frac{a-b}{2} = \pi h^2 \cdot \frac{a+2b}{3}.$$

Трапецияның ауырлық центрі $L = 2\pi y_c$ жолын өтеді. Олай болса, трапецияның ауырлық центрінің координатасы былай табылады:

$$y_c = \pi h^2 \cdot \frac{a+2b}{3} \cdot \frac{2}{(a+b)h \cdot 2\pi} = \frac{a+2b}{3(a+b)} h.$$

Бұл нәтиже әдеттегідей әдіспен де алынады:

$$y_c = \frac{S_z}{A} = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{a-b}{2} h \cdot 2 \cdot \frac{1}{3} h + bh \cdot \frac{h}{2}}{\frac{a+b}{2} h} = \frac{a+2b}{3(a+b)} h$$

4. Жарты шеңбер. Ауданы $A = \frac{2}{3}\pi R^2$ жарты шеңберді диаметрі төңірегінде айналдырсақ, оның ауырлық центрі $L = 2\pi \cdot y_c$ жолын өтеді. Шар көлемі $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ кейіптемесімен анықталатынын ескерсек, табылады:

$$y_c = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \frac{1}{\pi^2 R^2} = \frac{4R}{3\pi}.$$

Келтірілген ауырлық центр координатасын анықтайтын әдеттегідей емес әдіс студенттерді, магистранттарды және жас оқытушыларды қызықтыруға тиіс.

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В СОПРОТИВЛЕНИИ МАТЕРИАЛОВ

В статье приводится новый подход к вычислению геометрических характеристик плоских фигур. Показаны определение центров тяжести прямоугольника, треугольника и трапеции.

Ключевые слова: *плоские фигуры, методы исчисления, центр тяжести прямоугольника, треугольника и трапеции.*

NONCONVENTIONAL APPROACHES OF THE STRENGTH OF MATERIALS

This article provides new approach to calculation of geometrical characteristics of the plane figures. The article illustrates the definition of the centers of gravity of rectangle, triangle, and trapezium.

Keywords: *plane figures, methods of calculation, the center of gravity of a rectangle, a triangle and a trapezoid.*

УДК 656.052

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ НА БАЗЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

М.Ф. Баймухамедов¹, К.Д. Абжаханов²,

доктор технических наук, профессор,
Костанайский социально-технический университет
им. академика З.Алдамжар¹, инженер (Казахстан)²

*Положительные рецензии даны д.т.н. Кушнир В.Г.
и к.т.н. Хасеновым У.Б.*

Рассматриваются модели для компонентов автоматизированной системы дистанционного обучения студентов технических вузов. Приводится модель гипертекстовой автоматизированной обучающей системы и ее описание, а также модель формирования оценок «параметров сложности изучаемой специальной техники» и «важности изученных ранее инженерных дисциплин», основанную на методе экспертной оценки с использованием расплывчатых категорий (нечетных множеств). Определяется уровень обучаемости студентов в техническом вузе с помощью тестирования.

Ключевые слова: *модели, автоматизированная система, дистанционное обучение, учебный процесс, успеваемость, уровень знаний.*

Основными задачами управления обучением студентов технического вуза являются: повышение успеваемости, корректировка учебно – воспитательного процесса, обеспечение мотивации обучения, снижение затрат на эксплуатацию специальной техники [1].

Рассмотрим задачу разработки моделей компонентов автоматизированной системы дистанционного обучения (АСДО) для преподавателей и студентов технического вуза на базе интегрированной информационной системы (ИИС). На рисунке 1 представлена модель гипертекстовой автоматизированной обучающей системы (ГАОС). Ядром ГАОС является база учебных материалов, которая обеспечивает формирование четырех типов моделей (свободная, формулирующая, формирующая, развивающая) и методов индивидуального обучения (проблемный, эвристический, репродуктивный и информационно – рецептивный), при этом считается, что уровень знаний для каждого студента спрогнозирован заранее и записан в базу данных автоматизированной системы контроля успеваемости вуза. Тогда для j -го студента, самостоятельно готовящегося к практическому занятию по k -ой теме q -ой дисциплины с учетом стеновых характеристик индивидуальных особенностей личности ($K_{ппп}$ – познавательные психические процессы; $K_{ас}$ - адаптивные способности; $K_{пм}$ - профессиональная мотивация) при имеющихся данных об успеваемости студентов, обучавшихся за предыдущие годы и динамике изучения h - го образца специальной техники в текущем семестре, необходимо определить такой модуль индивидуальной технологии обучения, при котором обучаемый достигнет заданного уровня знаний, навыков и умений. Выбор такого модуля индивидуального обучения проводится в три этапа. На первом этапе с использованием алгоритма таксономии класса < FOREL> определим каждому j - му студенту статистическую выборку из совокупности обучаемых имеющих схожий набор оценок при изучении других образцов специальной техники (либо данные, полученные в ходе вступительных конкурсных испытаний), т.е. по k -ой теме q -ой дисциплины таксон имеют оценку.



Рисунок 1 - Модель гипертекстовой автоматизированной обучающей системы

Для каждого таксона введем координаты центра C_j (оценки по q -1-ой дисциплине и $K_{ac}, K_{nnn}, K_{ПМ}$), сумма расстояний $\rho(C_j, n_i)$, между центром N , точками n_i (n_i - тип индивидуальной модели обучения для данной выборки курсантов) этого таксона

$$\rho_j = \sum \rho(C_j, n_i), \quad (1)$$

где $i = 1 \div N$, а сумма таких внутренних расстояний для всех таксонов

$$F = \sum \rho_j.$$

Из полученной совокупности n_i , подсчитываем количество индивидуальных моделей, соответствующих для h -1 образца специальной техники 1,2,3,4,5,6,7,8 категории (соответственно $n_8; n_7; n_6; n_5; n_4; n_3; n_2; n_1$). для q -й дисциплины. Имея эти данные, вычислим частоты их получения. Эти частоты соответственно равны

$$\rho_8^* = \frac{n_8}{n_i}; \rho_7^* = \frac{n_7}{n_i}; \rho_6^* = \frac{n_6}{n_i}; \rho_5^* = \frac{n_5}{n_i}; \rho_4^* = \frac{n_4}{n_i}; \rho_3^* = \frac{n_3}{n_i}; \rho_2^* = \frac{n_2}{n_i}; \rho_1^* = \frac{n_1}{n_i}. \quad (2)$$

и являются случайными величинами, распределенными по нормальному закону с параметрами:

$$m_x = \sum_{i=1}^k \chi_i - p_i = 8p_8^* + 7p_7^* + 6p_6^* + 5p_5^* + 4p_4^* + 3p_3^* + 2p_2^* + p_1^*, \quad (3)$$

$$\sigma = \sqrt{D_x^2} = \sqrt{64p_8 + 49p_7 + 36p_6 + 25p_5 + 16p_4 + 9p_3 + 4p_2 + p_1} \quad (4)$$

Тогда вероятность получения прогнозируемой оценки X_i студентом при изучении h -го образца специальной техники дисциплины q при условии выбора соответствующего индивидуального модуля обучения определим по формуле:

$$P_{i=1;2;3;4;5;6;7;8} = \Phi^* \left(\frac{X_i - m_x}{\sigma} \right) = \Phi^* \left(\frac{\chi_i - 8p_8^* - 7p_7^* - 6p_6^* - 5p_5^* - 4p_4^* - 3p_3^* - 2p_2^* - p_1^*}{8p_8^* + 7p_7^* + 6p_6^* + 5p_5^* + 4p_4^* + 3p_3^* + 2p_2^* + p_1^*} \right) \quad (5)$$

Таким образом, для данного студента необходимо выбрать такие модели и методы технологии обучения, которые с наибольшей вероятностью при доверительной вероятности $\geq 90\%$ обеспечат усвоение им заданного набора знаний, навыков и умений, т.е. получение прогнозируемой с помощью автоматизированной системы контроля успеваемости (АСКУ) оценки [2].

Рассмотрим теперь модель формирования оценок «параметров сложности изучаемой специальной техники» и «важности изученных ранее инженерных дисциплин», основанную на методе экспертной оценки с использованием расплывчатых категорий (нечетных множеств). Для группы экспертов (преподаватели кафедр, обеспечивающих изучение

специальной техники и другие ЛПР) определяем исходные данные: отобранные темы q – ой дисциплины при изучении образца h , сложность освоения которого нужно определить – для $K_{сл}$ и отобранные темы m – дисциплин смежных кафедр, изучение которых формирует успешность освоения h – ого образца техники, квалифицированные требования (уровень знаний, навыков, умений), опыт преподавания инженерных дисциплин в военном вузе, информация об организации изучения подобных дисциплин в других вузах. Экспертам трудно дать количественные оценки указанных параметров, поэтому при ответах на поставленные в анкетах вопросы достаточно оперировать показателями: очень трудно; достаточно трудно; трудно; недостаточно трудно; почти легко; легко (для $K_{сл}$); очень важно; достаточно важно; важно; не очень важно; неважно (для $K_{важн}$), являющиеся лингвистическими переменными расплывчатых категорий. Тогда оценки, полученные, по результатам экспертного опроса для каждого из рассматриваемых коэффициентов, можно представить в виде двух нечетких множеств: A – характеризует сложность изучаемого образца техники и B – важность инженерных дисциплин.

Нечеткие множества представляют собой совокупности пар вида $x, \mu(x)$ для A и $y, \mu(y)$ – для B , где $x \in X, y \in Y; x \rightarrow [0,1]$ – функции принадлежности нечеткого множества. Каждый элемент x и y представим функцией принадлежности $\mu(x)$ и $\mu(y)$. Оценки, полученные от всех экспертов на определенный вопрос, усредняются. Совокупная функция принадлежности для описания $K_{тр}$ описывается:

$$\bar{\mu}_j(x) = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n \mu(x_i) + \Delta\mu(x) \right], \quad (6)$$

где $\mu(x_i)$ – ответ на j – ый вопрос;
 $\Delta\mu(x) = \mu(x)_{\max} - \mu(x)_{\min}$

Совокупная функция принадлежности нечеткого множества для описания $K_{МДС}$ (при ответе на j - ый вопрос).

$$\bar{\mu}_j(y) = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n \mu(y_i) + \Delta\mu(y) \right], \quad (7)$$

Совокупность полученных усредненных значений функций принадлежности представляют нечеткие множества вида

$$\mu_{A_1}(x) = \{\mu_1^{-A_1}(x)\} \text{ и } \mu_{B_1}(x) = \{\mu_1^{-B_1}(x)\} \quad (8)$$

Затем вычисляются выпуклые комбинации нечетких множеств A_1 и B_1 с функцией принадлежности вида:

$$\mu_A^\Sigma(x) = \lambda_1 \mu_1^{-A_1}(x) \quad \text{и} \quad \mu_B^\Sigma(y) = \lambda_1 \mu_1^{-B_1}(y), \quad \text{где} \quad \lambda \geq 0. \quad (9)$$

Выбор коэффициентов λ_1 осуществляется в зависимости от важности вопросов в выделенных группах по результатам экспертного опроса.

Полученные параметры нормируются и используются при анализе учебной ситуации и принятии управленческих решений, направленных на корректировку учебно – методических комплексов или управленческих решений.

Приведем модель определения индивидуальных особенностей студентов, влияющих на изучение образцов специальной техники - способность быстро и легко приобретать новые знания и навыки, а также качественно усваивать учебный материал. Определение уровня обучаемости студентов в техническом вузе производится с помощью тестирования при определении профпригодности по стандартизованным показателям:

$$IQ_{\text{курсанта}} = f(St_{AC}, St_{ППП}, St_{ПМ}), \quad (10)$$

где St_{AC} — показатель адаптивных способностей;

$St_{ППП}$ - показатель познавательно – психических процессов;

$St_{ПМ}$ — показатель профессиональной мотивации

Перевод полученных оценок в стандартизованные и построение стеновых шкал для каждого показателя обучаемости производится по формуле:

$$St = \frac{2x(X - \bar{X})}{\sigma} + 5,5 \quad (11)$$

X – предварительная эталонная оценка;

$\bar{X}$ – среднее арифметическое показателя;

σ – среднее квадратическое отклонение показателя

По результатам обследования студенты распределяются в одну из четырех групп профпригодности. Студенты, попавшие в I группу профпригодности, по параметрам успешности обучения являются лучшими в группах и не требуют применения корректирующих учебно – воспитательных воздействий при возникающих учебных ситуациях. Студенты, попавшие во 2 группу профпригодности, требуют минимальных корректирующих воздействий. Студенты, попавшие в 3 группу профпригодности, требуют применения полного комплекса учебно – воспитательных воздействий, а попавшие в 4 группу – нуждаются исключительно в индивидуальной работе со стороны профессорско – преподавательского состава и периодическом наблюдении у психолога.

Предложенные нами модели АСДО будут способствовать совершенствованию учебного процесса в техническом вузе и повышению качества обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баймухамедов М.Ф. Экспертные системы дистанционного обучения.// Учебник, изд-во «MASTER REPRINT», Костанай, 2014. – С.310.
2. Агапонов С.В. и др. Средства дистанционного обучения.Методика, технология, инструментарий. // Под. ред. Джаляшвили З.О.- СПб.:БХВ-Петербург, 2003. –С.336.

АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕ БАЗАСЫ НЕГІЗІНДЕ АРАҚАШЫҚТЫҚ ОҚЫТУДА АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕНІҢ ҮЛГІЛЕРДІ ҚҰАРСТЫРУ

Техникалық ЖООның студенттердің арақашықтық оқыту автоматтандырыған жүйесі қарастырылған. Гипертекстік автоматтандырыған бағдарламасы және оның сиппатамасы қарастырылған. Тест көмекпен техникалық жоода студенттердің сауаттанатындықтарының деңгейі анықталады.

Түйін сөздер: үлгілер, автоматтандырыған жүйе, арақашықтық оқытуы, оқу процессі, білім деңгейі.

MODELLING THE AUTOMATED SYSTEM BASED ON DISTANCE LEARNING INTEGRATED INFORMATION SYSTEM

Consider models for the components of the automated system of distance learning students of technical colleges. A model Hypertext automated training system and its description, as well as the model of the count "parameter complexity of the study of special equipment" and "the importance of the previously studied engineering disciplines", based on the method of expert evaluation using vague categories (odd sets). Opredeleyaetya level of learning of students in a technical college with the help of testing.

Keywords: model, an automated system, distance learning, learning process, academic performance, the level of knowledge.

УДК 356.134

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ

М.Ф. Баймухамедов¹, Д.С. Тулегенов²,

доктор технических наук, профессор,

Костанайский социально-технический университет

им. академика З.Алдамжар¹,

бизнес-аналитик, Астана-Моторс² (Казахстан)

*Положительные рецензии даны д.т.н. Кушнир В.Г.
и к.т.н. Кудубаевой С.А.*

Рассматривается проблема построения имитационной модели железнодорожных станций, используемой для их расчетов. Отмечаются преимущества имитационного моделирования перед другими методами расчета сложных объектов. Обосновывается возможность построения универсальной программы автоматизированного создания имитационных моделей, пригодной для станций с любой структурой и технологией работы.

Ключевые слова: железнодорожные станции, имитационная модель, методы расчета, транспортные системы, языки моделирования.

К настоящему моменту времени сложилось достаточно большое количество методов решения задач, возникающих на железнодорожном транспорте.

Можно выделить четыре критерия, которым должен удовлетворять метод расчета таких сложных систем, как железнодорожные станции:

- хорошо отображать схему путевого развития станции, поскольку схема -качественная характеристика станции, существенно влияющая на ее количественные показатели;
- отображать технологию работы, т.к. она может не соответствовать схеме путевого развития, а взаимодействие технологии работы и схемы путевого развития влияет на показатели работы;
- реагировать на случайные процессы;
- учитывать управление в системе, поскольку выбор управляющего воздействия на систему зависит от реального ее состояния в данный момент времени.

Многие сложившиеся к настоящему моменту методы расчета не учитывают или учитывают не в полной мере все вышеуказанные критерии.

В последнее время все большее распространение как метод исследования железнодорожных станций получает имитационное моделирование

Первые имитационные модели транспортных систем были предложены В.А. Персиановым и Н.С. Усковым [1]. К.К. Талем была разработана методика моделирования для расчета показателей проектных решений по развитию станций и узлов [2], которая применялась при проектировании новых станций. К имитационному методу можно отнести и ряд работ [3,4,5], в которых предлагается использовать аппарат статистического моделирования в том случае, когда для решения конкретной задачи выведенные аналитические зависимости либо отсутствуют, либо дают недопустимую погрешность. По мнению известных авторитетов в области использования математических методов Е.С. Вентцеля и Н.Н. Моисеева, отличие от имитационного моделирования здесь заключается лишь в обработке и интерпретации результатов [6]. В настоящее время в области исследования железнодорожных станций имитационное моделирование продолжает активно развиваться.

Преобладающее использование имитационного моделирования объясняется тем, что оно позволяет создавать модели на основе частично формализованных знаний. Доля знаний такого характера в области железнодорожных транспортных систем, как указывалось выше, и сейчас остается довольно значительной.

К преимуществам имитационного моделирования перед другими методами расчета можно отнести:

- возможность наиболее полного учета взаимосвязей, действующих в системе;
- отображение влияния внутренней структуры на характер функционирования модели;
- возможность неявного задания целевой функции и ограничений для сложной системы.

Однако имитационное моделирование обладает и недостатками, являющимися продолжением его достоинств:

- значительные затраты времени и труда в процессе создания модели;
- из-за отсутствия универсальных методик и правил процесс создания каждой новой модели во многом уникален;
- сложность решения задач оптимизации, поскольку решение, полученное при расчете на имитационной модели, всегда носит частный характер.

Несмотря на преимущества перед другими методами расчета и анализа работы железнодорожных станций, имитационное моделирование

(ИМ) к настоящему моменту так и не стало основным методом расчета на практике. По мере развития характеристик используемой при ИМ вычислительной техники появилась возможность реализовать имитационные модели весьма большой сложности.

В настоящее время основным средством описания моделируемого объекта являются специализированные языки моделирования, которые по своей структуре и возможностям близки к языкам программирования.

Использование языка моделирования возлагает на пользователя практически все операции по созданию имитационной модели – от получения данных о системе до составления программы, оставляя за ЭВМ только непосредственное проведение экспериментов. Практика показывает, что именно этот момент служит основой слабого распространения ИМ как метода расчета железнодорожных станций на практике.

Ниже, на рис.1 показан процесс создания имитационной модели.

Являясь мощным средством для создания моделей, применение языков моделирования имеет ряд недостатков:

- по мере увеличения сложности моделируемых объектов значительно возрастают трудность и затраты времени на построение моделей (формальное описание элементов моделируемой системы и взаимодействия между ними, составление алгоритмов работы модели и т.д.) и использование их для решения практических задач (ввод данных в компьютер, анализ результатов) ;

- изменения, вносимые в процессе исследования, требуют обычно весьма большой работы по перестройке модели;

- опыт построения каждой новой модели во многом уникален и слабо переносим для моделирования других объектов;

- от пользователя требуются некоторые специальные знания по программированию, формализации требуемой задачи и пр.

Эти обстоятельства заметно сужают сферу практического применения имитационных моделей сложных систем.



Рисунок 1 - Создание имитационной модели

На рис. 1. цифрами обозначены:

- 1 - получение данных о моделируемой системе;
- 2 - анализ структуры и технологии работы системы;
- 3 - статистический анализ данных;
- 4 - представление структуры и технологии в терминах модели;
- 5 - подготовка данных;
- 6 - создание алгоритмов работы системы в терминах модели;
- 7 - составление программы;
- 8 - проведение экспериментов (расчет составленной программы модели, формирование результатов и т.д.);
- 9 - анализ результатов расчета (переход к новому варианту модели);
- 10 - использование результатов.

Языки моделирования являются мощным и эффективным инструментом создания имитационных моделей для определенного круга специалистов, решающих в большей степени научные задачи. Для обычных пользователей должны разрабатываться более простые средства создания моделей и общения с компьютером. На этапах построения и программирования моделей пользователь более всего нуждается в специальных программных средствах, которые должны легко настраиваться на предметную область, соответствующую задаче моделирования, допускать применение привычных терминов и приемов ее описания. Это подчеркивает необходимость создания средств

автоматизации имитационного моделирования, которые бы значительно уменьшали трудоемкость и время построения модели, а также снижали требования к подготовке пользователя до уровня его чисто профессиональных знаний и общих навыков работы на компьютере.

Исследования [16, 37] показывают, что железнодорожную станцию любой конфигурации путей, технологии работы и наличие тех или иных технических устройств можно представить в виде совокупности специальных элементов с параметрами их работы, записанных в определенной последовательности. Используемые для описания станции элементы делятся на две категории -логические и бункерные. Элементы каждой категории универсальны, т.е. способны описывать структуру и технологию любой станции. Отсюда появляется возможность построения универсальной программы автоматизированного создания имитационных моделей, пригодной для станций с любой структурой и технологией работы. Учитывая вышеуказанные недостатки имитационного моделирования, к такой универсальной программе должны предъявляться следующие требования:

- различие моделируемых станций по составу и характеру работы не должно влиять на саму программу построения модели, а учитываться в исходных данных при построении модели;

- исходные данные пользователь может задавать, оперируя со знакомыми ему понятиями - путь, перегон, локомотив, бригада ПТО и т.д.;

- все процедуры обработки полученных программой исходных данных (представление структуры и технологии работы станции в элементах модели, построение операций, расчет и формирование результатов) должны быть скрыты от пользователя;

- для отображения изменений в структуре станции или технологии работы пользователю достаточно в исходных данных изменить соответствующие параметры, т.е. не требуется кропотливая работа по правке самого текста модели;

- результаты расчета модели должны выдаваться пользователю в удобной и понятной для него форме;

- программа должна быть достаточно «интеллектуальной», т.е. предусматривать и реагировать на ошибки, которые может допустить пользователь при задании исходных данных и работе с моделью.

Изложенные требования позволяют заключить, что универсальная программа автоматизированного построения имитационных моделей должна, по крайней мере, осуществлять следующие функции:

- ввод исходных данных для моделирования о структуре и технологии работы станции в удобной для пользователя форме;

- преобразование полученных исходных данных к стандартному виду (например, к терминам языка моделирования или другой форме);
- расчет полученной модели;
- обработку результатов расчета.

Формализованные и запрограммированные заранее алгоритмы, выполняющие эти функции, избавят пользователя от достаточно трудоемкой и зачастую несвойственной ему задачи - описания станции на языке моделирования. Возможность быстрого внесения изменений в состав модели способно значительно увеличить оперативность получения результатов и использования их на практике. Если учесть, что модель, например, крупной сортировочной станции содержит порядка 600 элементов и составляет порядка 30000 строк текста, эти обстоятельства способны значительно расширить круг лиц, использующих имитационное моделирование в практической работе. Автоматизация всех процедур, необходимых для построения модели, расчета и формирования результатов, помноженная на возможности современной вычислительной техники, способно значительно увеличить оперативность имитационного моделирования как метода расчета станций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Персианов В.А., Усков Н.С. Системо-технологические расчеты транспортных устройств методом моделирования.// Труды СоюздорНИИ, Вып.36, 1978. - 88 с.
2. Руководство по расчету станций методом моделирования на БЭСМ-4. -М.: ЦНИИС, 1975.-180 с.
3. Аккоф Р., Сасиени М. Основы исследования операций. - М.: Мир, 1971. – 354 с.
4. Дятлов Н.В. Статистическая модель базовой системы обслуживания участковой станции.// Сб.научн.тр./Вопросы эксплуатации и экономики железных дорог./ М.: МИИТ, 1987. - С. 19-28.
5. Статистические модели и многокритериальные задачи принятия решений. - М.: Статистика, 1989. - 184 с.
6. Мойсеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. - М.: Наука, 1991. - 488с.

ТЕМІР ЖОЛ СТАНЦИЯ ИМИТАЦИЯЛЫҚ ҮЛГІНІ ҚҰРАСТЫРУ ҚАҒИДАЛАРЫ

Теміржол станциялардың имитациялық үлгілер және оларды есептеу мәселесі қарастырылады. Қиын объектілердің есептеу әдісі ішінде имитациялық үлгінің артықшылығы көрсетілген. Имитациялық үлгілердің автоматты жасаулар әмбебап бағдарламалар құрастыру мүмкіндігі негізделген.

Түйін сөздер: темір жол станция, имитациялық үлгі, есеп айырысу әдістері, көлік жүйісі, пішіндеу тілі.

CONSTRUCTION PRINCIPLES OF SIMULATION MODEL TRAIN STATION

Considered problem of constructing a simulation model of train stations, used for their calculation. The advantages of simulation over other methods of calculation of complex objects. The possibility of building a universal program of automated creation of simulation models suitable for plants with any structure and technology of work.

Keywords: railway stations, simulation model, calculation methods, transport systems, modeling languages.

УДК.:004.9:510.22

МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ ПРИБЛИЖЕННОГО МНОЖЕСТВА

Ж.И. Батырканов¹, К.Д. Боскебеев²,
доктор технических наук, профессор¹,
кандидат технических наук, доцент²,

Кыргызский государственный технический университет
им. И.Раззакова (Кыргызстан)

*Положительные рецензии даны д.т.н. Ахметовым И.С.
и к.т.н. Бутко В.Н.*

В данной статье используются операторы объединения и пересечения из теории множества, которые относятся к реляционной алгебре. Любое выражение, построенное с помощью этих операторов и отношений, называется алгебраическим выражением. Используемые множества доменов, множества атрибутов и множества сравнений фактически ограничивают возможности отображений, которые можно определить. В статье сравнивается выразительная сила реляционной алгебры и других систем манипулирования отношениями, различие выявляется именно по этим параметрам. По этому поводу необходим формализм описания знаний на основе приближенного нечеткого множества представления знаний искусственного интеллекта.

Ключевые слова: модели, операторы, описание знаний, нечеткие множества, информационные системы.

Цель исследования. Представления знаний искусственного интеллекта позволяет моделировать обучение как многоаспектную систему, но при этом организовать процесс освоения таким образом, что последовательно наращивается понимание явления обучаемым,

обогащаются его видение, обнаруживаются скрытые механизмы и существо происходящих изменений, развитие объекта. Для достижения этих целей важны информационные системы на основе приближенного и нечеткого множества.

Применительно к неточным знаниям, их необходимо дополнить следующими положениями из теории нечетких множеств и нечетких выводов.

Модель исследования. В настоящей статье предлагается новое расширение приближенного множества, являющаяся обобщением и дальнейшим развитием самомодифицируемых [1, 2], алгебраических [3], и ранее нами предложенных расширений [4], и обладающая универсальной возможностью для обработки знаний.

При помощи понятия информационной системы [1] представим элементы (четкие и нечеткие) принадлежащие множеству U , посредством конечной последовательности значений описывающих их атрибутов, а также конструктивного определения отношения неразличимости $R \subseteq U \times U$. Таблицу решений [2] представим в виде

$$DT = \{U, C, D, E, V, f\}. \quad (1)$$

где U – конечное множество, универсум;

C – конечное множество условных атрибутов;

D – конечное множество решающих атрибутов;

E -конечное множество атрибутов, характеризующих нечеткость информации об объекте;

$$V = \bigcup_{a \in C \cup D \cup E} V_a, \quad \begin{array}{cc} \text{домен} & \text{атрибута} \end{array} \quad a, \\ f: U_x (C \cup D \cup E) \rightarrow V \text{ решающая}$$

функция такая, что $f(x, a) \in V_a$ для $a \in C \cup D \cup E$ и $x \in U$.

Правило решения называется детерминистическим, если для

$$\text{каждого } x, y \in U, x \neq y, \text{ из } \frac{f_x}{C} = \frac{f_y}{C} \text{ вытекает } \frac{f_x}{D} = \frac{f_y}{D}.$$

Правило f_{x0} называется нечетким, если

$$\text{Card} \left\{ f_x \in U : \frac{f_x}{C} = \frac{f_{x0}}{C} \right\} > 0 \quad (2)$$

Обозначим это множество PN и для него выполняется $\frac{f_{x1}}{D} = \frac{f_{x2}}{D}$ для всех $f_{x1} \in PN, f_{x2} \in PN$.

Множество этих правил образуют полную систему

$$F \left\{ \frac{f_{xi}}{E} : f_{xi} \in PN \right\} = TRUE, \quad (3)$$

где F - функция полноты, которая определяется в зависимости от конкретной формы представления нечеткости.

Одна из простейших моделей представляет систему знаний как иерархию понятий. На самом верху иерархии располагаются наиболее общие понятия. По мере продвижения вниз постепенно переходим к понятиям все менее общим, пока не достигнем подножия, где располагаются простейшие и наиболее простые понятия - элементы системы знаний. Система знаний это то, что требуется дать пользователям или другим категориям обучаемых. Знания важны не сами по себе. Они необходимы для достижения целей, а значит, их надо передать субъекту. Остается открытым вопрос о том, как представить знания и как в последующем их эффективно использовать. Мы рассматривали знания с точки зрения их смысла [4]. Теперь рассмотрим с другой точки зрения.

Для полной характеристики задачи представления знаний опишем ее в теоретико-множественной нотации. Элементы - это определения и понятия. Обозначим через O - определения и через P - понятия. Итак, на множестве определений и понятий заданы отношения D . Это подмножество декартова произведения понятий и определений, для которых справедливо, что определение раскрывает содержание соответствующих понятий

$$D = \{(p_i, p_j): p_i \in P, o_i \in O, p_i D o_j\} \quad (4)$$

В предложенном варианте модели представления знаний характеристика принадлежности правила может рассматриваться как общая характеристика принадлежности атрибута действия. Главенствующую роль в структуре любой дисциплины играют отношения «род - вид».

Отношение род-вид описывается ниже :

$$R = \{(p_i, p_j): p_i, p_j \in P, p_i R p_j\} \quad (5)$$

Где: R - род-вид.

Достаточно вспомнить, как определяются понятия. Обычно определение заключается в подведении определяемого понятия под другое, более общее, родовое, после чего указываются специфические особенности, отличающие определяемое понятие от других видовых. Любая наука или дисциплина обязательно представляет собой некоторую классификацию. Процесс познания включает в себя, как неперенный элемент, абстрагирование. Все второстепенное отбрасывается. Выявляется закономерное и существенное. Знание строится как система классов понятий различной степени общности. Основой классификации являются родовидовые отношения (классификационные отношения).

В некоторых случаях понятие вводится другим способом, путем перечисления его составных частей. В этом варианте другой, пожалуй, не менее важный вид отношений - отношение «целое - часть».

Отношение целое-часть:

$$C = \{(p_i, p_j): p_i, p_j \in P, p_i C p_j\} \quad (6)$$

Где: C - целое-часть.

В некотором смысле этот вид отношений аналогичен предыдущему, но показывает неналичие общих черт, а «объем» понятия. Сложность объекта проявляется в том, что он состоит из частей, которые, в свою очередь, также могут быть расчленены. Причем такое расчленение объекта может производиться по различным признакам (основаниям). Между целым и частями существуют отношения, которые обычно так и называют - отношения "целое - часть". Другое, нередко встречающееся название - отношения агрегации. Зависимость от основания деления уже говорит о том, что отношения этого типа достаточно многообразны.

Объект существует и развивается во времени. Следовательно, он должен рассматриваться как динамическая система. Элемент динамики привносится причинно-следственными отношениями. Они обуславливают возникновение цепочек причинно-следственных взаимодействий, характеризующих процессы функционирования объекта. Без отношений этого типа мы можем получить только временной срез, состояние в отдельный момент времени, безжизненную "фотографию" объекта, что, конечно, не может трактоваться как полноценная теория. Таким образом, третий вид отношений, характеризующий динамический аспект в системе знаний, отношение «причина - следствие».

Отношение причина-следствие:

$$S = \{(p_i, p_j) : p_i, p_j \in P, p_i Sp_j\} \quad (7)$$

Где: S - причина-следствие.

Этот вид в корне отличается от предыдущих двух. Соответственно, и средства отображения отношений этого типа, по-видимому, будут отличаться от средств отображения других видов отношений.

Три рассмотренные типа отношений являются предельно общими. Они свойственны любой дисциплине. Кроме того, существуют другие как общие, так и специфические виды отношений. Мы пока ограничимся перечисленными типами и вернемся к этапам построения системы знаний.

В разрезе основных видов отношений строятся структуры. Суть этого процесса в выявлении отношений между отношениями. На этой основе осуществляется построение системы знаний в определенном аспекте. Затем осуществляется синтез разноаспектных структур - объединение их в единую систему. Результат представляет собой большую (многоуровневую) и сложную (многоаспектную) систему.

Выполнение функций анализа и синтеза знаний предполагает, что предварительно сформулирована цель или совокупность целей, стоящая перед субъектом. В данном случае это - преподаватель. Результатом выполнения перечисленных выше функций будет систематизированная и формализованная совокупность знаний. Для ее организации и использования требуется выбрать формализмы представления знаний, типы структур, которые смогут моделировать их отношения, разработать методы и средства, необходимые для организации и проведения процессов

обучения (усвоения знаний, выработки навыков и управления процессом) с адаптацией к особенностям обучаемого.

Одна из простейших моделей представляет систему знаний как иерархию понятий. На самом верху иерархии располагаются наиболее общие понятия. По мере продвижения вниз постепенно переходим к понятиям все менее общим, пока не достигнем подножия, где располагаются простейшие и наиболее простые понятия - элементы системы знаний.

Однако такое представление является неполным. Оно одномерно (одноаспектно) и характеризует систему знаний лишь с одной стороны. Направление повышения степени общности понятий.

Модель конкретной области знания, имеет несколько аспектов по числу наиболее существенных типов связей. Наряду с такими общими для многих наук и дисциплин аспектами, каждая частная область знания или деятельности может иметь свои, специфические для нее признаки или точки зрения. Они не могут быть не отражены в теории, а значит и язык представления теории должен содержать средства для выражения отношений этого типа.

Слабо формализованный объект управления, относящийся к классу неструктурированных и слабо структурированных проблем управления можно описать методом искусственного интеллекта нечеткого множества. В основе теории [3] лежат понятия «нечеткое множество» и «функции принадлежности». Для получения более или менее адекватной модели используется до двух десятков признаков, а построение функций принадлежности осуществляется с помощью нескольких экспертов, после чего производится дополнительные «сглаживающие» вычисления. Объединяя теорию приближенного множества, выше описанного с теорией нечеткого множества. Можно решать различные неопределенные задачи.

Выводы:

- Предложена знания как многоуровневая и многоаспектная система.
- нечеткие модели являются мостом между двумя подходами – количественным и качественным моделированием, и являются наиболее приемлемыми для описания объекта управления;

ЛИТЕРАТУРА

1. Rawlak Z. Rough Sets // Int. Inform. Comp.Sci.-11(1982)/ - PP.341-386.
2. Мурзек А.И. Элементы теории приближенных множеств // Известия АН Кирг. ССР. Физико – техн. И математ. Наук. – 1990. - №4. – С.33-44.
3. Кузнецов О.П., Адельсон – Вельский Г.М. дискретная математика для инженеров. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 480 с.

ЖУЫҚ ШАМА НЕГІЗІНДЕ БІЛІМДІ ҰСЫНУ ҮЛГІСІ

Мақалада реляциялық алгебраға жататын жуық шама теориясының қиылысы мен біріктіру операторларды пайдалануы қарастырылады. Осы оператормен пайда болған әр түрлі шартты алгебралық шартты деп аталады. Мақалада реляциялық алгебраны және басқа жүйелермен салыстырғанда көрсету күші көрсетілген.

Түйін сөздер: үлгілер, оператордар, білімді көрсеті, жуық шама, ақпараттық жүйелер.

MODEL OF KNOWLEDGE REPRESENTATION BASED ON APPROXIMATE SETS

In this paper, we use the operators union and intersection of set theory, which belong to the relational algebra. Any expression built with the help of these operators and relations, is called an algebraic expression. Used by multiple domains, the set of attributes and multiple comparisons actually limit the ability to display, which can be determined. The paper compares the expressive power of relational algebra and other systems relations, the difference is detected according to these parameters. In this regard, necessary knowledge description formalism based on fuzzy set knowledge representation of artificial intelligence.

Keywords: model, the operators, the description of knowledge, fuzzy sets, information systems.

УДК 62-50

СИНТЕЗ ЗАКОНОВ УПРАВЛЕНИЯ ПО ОСУЩЕСТВЛЕНИЮ ДВИЖЕНИЯ ПО ПРЕДПИСАННОЙ ПРОГРАММЕ

Ж.И. Батырканов¹, К.К.Кадыркулова²,

доктор технических наук, профессор¹,

аспирант², Кыргызский государственный технический университет
им. И.Раззакова (Кыргызстан)

Положительные рецензии даны д.т.н. Кушнир В.Г.

и к.т.н. Хасеновым У.Б.

В данной работе предлагается новый подход синтеза законов управления по осуществлению движения объекта по предписанной программе.

Рассмотрена процедура синтеза в двух случаях:

1) построение законов управления, когда предписанная траектория задается аналитически, 2) синтез законов в управления, когда предписанная траектория движения объекта задается в виде таблицы.

Ключевые слова: закон управления, синтез, движение объекта, траектория, предписанная программа.

Во многих областях науки и техники – робототехники, космического приборостроения, микроэлектроники и в других – ставятся задачи синтеза замкнутых систем по осуществлению движения по предписанным траекториям (программам). Эти задачи относятся к неклассическим задачам теории управления.

В начале рассмотрим методику синтеза законов управления, когда предписанные программы задаются аналитически.

На сегодняшний день в случае, когда предписанная программа движения описывается аналитически, то существуют различные методы и подходы решения ставящихся задач. Это, в частности, работы П.Д Крутько, Ж.И. Батырканова.

Здесь приведем подходы синтеза, которые приведены в работах Батырканова Ж.И. и его последователей [1,2].

Суть предлагаемых подходов синтеза раскроем на примере, когда предписанная траектория задается аналитически в виде одного уравнения.

Пусть управляемый объект описывается системой:

$$\dot{x} = f(x, u, t), \quad x(t_0) = x_0 \quad (1)$$

где $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ – вектор состояния,

$u = (u_1, u_2, \dots, u_m)^T$ – вектор управления.

Предписанная программа движения описывается аналитически в виде:

$$\Psi(x, t) = 0 \quad (2)$$

Для отыскания управления рассматривается полная производная по времени функции $\Psi(x, t)$ на движениях системы. В соответствии с (2) имеем:

$$\frac{d}{dt} \Psi(x, t) = \sum_{i=1}^n \frac{\partial \Psi}{\partial x_i} \dot{x}_i + \frac{\partial \Psi}{\partial t} = 0 \quad (3)$$

С учетом уравнений движения системы имеем:

$$\frac{d}{dt} \Psi(x, t) = \sum_{i=1}^n \frac{\partial \Psi}{\partial x_i} f_i(x, u, t) + \frac{\partial \Psi}{\partial t} = 0 \quad (4)$$

Разрешая это соотношение относительно искомой функции $U(x, t)$, находим искомый закон управления, при котором движение объекта осуществляется по предписанной траектории. Но с практической точки зрения задача синтеза будет решена в том случае, если закон управления обеспечивает также возвращение точки $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ на предписанную траекторию $\Psi(x, t)$, если по каким-либо причинам она окажется вне ее.

Другими словами, закон управления должен обеспечивать не только процесс движения по предписанной траектории, но и обеспечивать стабилизацию требуемого движения. Для такого закона управления, очевидно, должно выполняться соотношение:

$$\frac{d\Psi}{dt} = \sum_{i=1}^n \frac{\partial \Psi}{\partial x_i} f_i(x, u, t) + \frac{\partial \Psi}{\partial t} = R(\Psi, x, t), \quad (5)$$

где $R(\psi, x, t)$ -произвольная функция, обращающаяся в нуль на кривой (2), т.е.

$$R(0, x, t) = 0 \quad (6)$$

Действительно, если точка $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ окажется вне предписанной траектории (2), то $\Psi(x, t) \neq 0$, $R(\psi, x, t) \neq 0$.

И поэтому $\delta = \psi(x, t) \neq 0$ представляет собой отклонение фактической траектории от предписанной и переходной процесс для отклонения описывается уравнением:

$$\frac{d\delta}{dt} = R(\delta, x, t), \quad R(0, x, t) = 0 \quad (7)$$

Из постановки задачи синтеза непосредственно вытекает, что должно выполняться условия $\delta(t) \rightarrow 0$ при $t \rightarrow \infty$. Это условие накладывает определенные требования на выбор произвольной функции $R(\psi, x, t)$. Например, функция $R(\psi, x, t)$ подбирается из условия заданного времени отработки начального рассогласования $\delta(t_0)$ и условий физической реализуемости. На этих моментах сейчас не будем останавливаться.

Таким образом, искомый закон управления с учетом (5) определяется из соотношения:

$$\sum_{i=1}^n \frac{\partial \psi}{\partial x_i} f_i(x, u, t) + \frac{\partial \psi}{\partial t} = R(\psi, x, t), \quad (8)$$

Для определения искомого уравнения из этого соотношения (8), представим его в пространстве со скалярным произведением в следующем равносильном виде:

$$\left[\frac{d\psi}{dt}, f(x, u, t) \right] = R(\psi, x, t) - \frac{d\psi}{dt}, \quad (9)$$

где $(', ')$ - символ скалярного произведения.

В частности, для линейного объекта

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u \quad (10)$$

Основное соотношение (9) в данном случае представится:

$$\left[\frac{d\psi}{dx}, A(t)x + B(t)u \right] = R(\psi, x, t) \frac{d\psi}{dt}$$

или отсюда

$$\left[B^T(t) \frac{d\psi}{dx}, u \right] = R(\psi, x, t) - \left[\frac{d\psi}{dt}, A(t)x \right] \frac{d\psi}{dt} = \alpha(\psi, x, t) \quad (11)$$

Для определения искомого управления из полученного скалярного уравнения используем результат Р. Беллмана из линейной алгебры, где решается задача нахождения вектора, лежащего в заданной гиперплоскости

$$(x, b) = \alpha \quad (12)$$

и имеющего минимальную норму $\|x\|$.

Решение данной задачи дается выражением:

$$x_0 = (b, b)^{-1} \cdot b \cdot a \quad (13)$$

Пользуясь теперь аналогией между выражениями (11) и (12) на основании (13), искомый закон управления определяется в виде:

$$U = \left[B^T \frac{d\psi}{dx}, B^T \frac{d\psi}{dx} \right]^{-1} \cdot B^T \frac{d\psi}{dx} \alpha(\psi, x, t), \quad (14)$$

где функция $\alpha(\psi, x, t)$ определяется выражением:

$$\alpha(\psi, x, t) = R(\psi, x, t) - \left[\frac{d\psi}{dx}, A(t)x \right] - \frac{d\psi}{dt} \quad (15)$$

При этом синтезированный закон управления обладает свойством $\|u\| \rightarrow \min$.

В конце данного пункта сделаем следующее замечание. Закон управления существует только для тех требуемых траекторий, для которых вектор $B^T \frac{d\psi}{dx}$ не является нулевым. Это утверждение вытекает из соотношения (11).

Теперь остановиться на случае, когда предписанная траектория не может быть задана аналитически. В этом случае остается только один путь – описание этой траектории табличным способом.

Предлагается следующая методика синтеза.

Методика синтеза: Основная суть предлагаемого подхода заключается в следующем.

Пусть управляемый объект описывается уравнением:

$$\dot{x} = f(x, u, t) \quad (16)$$

где, $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ – вектор состояния,

$u = (u_1, u_2, \dots, u_m)^T$ – вектор управления.

Требуется синтезировать закон управления по осуществлению движения управляемой системы по предписанной траектории заданной в табличной форме (таблица 1).

Таблица 1 -Предписанная траектория движения

t_k	t_0	t_1	t_2	t_3	...
x_1	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	...
x_2	x_{20}	x_{21}	x_{22}	x_{23}	...
...	...	...	...	...	...
x_n	x_{n0}	x_{n1}	x_{n2}	x_{n3}	...

Для удобства примем $t_k = k, k = 0, 1, 2, \dots$, то есть, введем абстрактные моменты времени.

Уравнение системы после дискретизации имеет следующий вид:

$$\frac{x(k+1) - x(k)}{t_{k+1} - t_k} = f(x(k), u(k), k);$$

$$\text{или} \quad \frac{x(k+1) - x(k)}{\Delta} = f(x(k), u(k), k); \quad (17)$$

$$x(k+1) = x(k) + f(x(k), u(k), k)\Delta, \quad (18)$$

где $x(k)$ - текущее состояние, $x(k+1)$ - состояние на следующем шаге. Это выражение связывает текущее состояние $x(k)$, текущее управление $u(k)$ и состояние $x(k+1)$ в следующий момент времени t_{k+1} .

Из выражения (17) можно определить $u(k)$:

$$u(k) = U(x(k), x(k+1), k, \Delta);$$

Но такой способ не гарантирует устойчивого осуществления движения по требуемым предписанным дискретным точкам движения.

Поэтому, искомое управление будем искать путем минимизации квадрата невязки между требуемыми и текущими дискретными значениями состояния.

Таким образом управление будем искать в виде:

$$\|x_{\text{табл}}(k+1) - x_{\text{текущ}}(k+1)\|^2 \Rightarrow \min_{u(k)} \quad (19)$$

где $x_{\text{табл}}(k+1)$ -табличное значение, $x_{\text{текущ}}(k+1)$ -текущее значение.

Распишем выражение (18) подробно:

$$\begin{aligned} & (x_{\text{табл}}(k+1) - x_{\text{текущ}}(k+1), x_{\text{табл}}(k+1) - x_{\text{текущ}}(k+1)) = \\ & = (x_{\text{табл}}(k+1) - x(k) - f(x(k), u(k), k)\Delta, x_{\text{табл}}(k+1) - x(k) - f(x(k), u(k), k)\Delta) \Rightarrow \min_{u(k)} \end{aligned}$$

Затем, взяв частную производную по $u(k)$ из этого выражения, тем самым найдем необходимое управление

$$\frac{\partial(\cdot)}{\partial u(k)} = 0 \Rightarrow u(k) = ?$$

Распишем эту процедуру для линейного объекта

$$x(k+1) = x(k) + Ax(k)\Delta + Bu(k)\Delta;$$

или

$$x(k+1) = (A\Delta + E)x(k) + Bu(k)\Delta. \quad (20)$$

Подставив конкретные выражения, возьмем скалярные произведения и получим общее выражение:

$$\begin{aligned}
(x_{\text{мабл}}(k+1) &= (A\Delta + E)x(k) + B\Delta u(k), x_{\text{мабл}}(k+1) = (A\Delta + E)x(k) + B\Delta u(k)) \\
&= (x_{\text{мабл}}^T(k+1) \\
&= x^T(k)(A^T\Delta + E) - u^T(k)B^T\Delta, x_{\text{мабл}}(k+1) - (A\Delta + E)x(k) + B\Delta u(k)) \\
&= (x_{\text{мабл}}^T(k+1)x_{\text{мабл}}(k+1) - (x_{\text{мабл}}^T(k+1)(A\Delta + E)x(k) \\
&- (x_{\text{мабл}}^T(k+1)B\Delta u(k) - x^T(k)(A^T\Delta + E)(x_{\text{мабл}}^T(k+1) \\
&+ x^T(k)(A^T\Delta + E)(A\Delta + E)x(k) + x^T(k)(A^T\Delta + E)B\Delta u(k) \\
&- u^T(k)B^T\Delta x_{\text{мабл}}(k+1) + u^T(k)B^T\Delta(A\Delta + E)x(k) + u^T(k)B^T\Delta B\Delta u(k)
\end{aligned}$$

Возьмем частную производную по $u(k)$:

$$\begin{aligned}
&-B^T\Delta x_{\text{мабл}}(k+1) + B^T(A\Delta + E)\Delta x(k) - B^T\Delta x_{\text{мабл}}(k+1) + B^T(A\Delta + E)\Delta x(k) + B^TB\Delta^2 u(k) \\
&+ B^TB\Delta^2 u(k) = 0
\end{aligned}$$

Окончательно, управление определяется в виде:

$$\begin{aligned}
u(k) &= -\frac{1}{2\Delta^2}(B^TB)^{-1}[2B^T\Delta x_{\text{мабл}}(k+1) - 2B^T(A\Delta + E)\Delta x(k)] = -\frac{1}{\Delta^2}(B^TB)^{-1}[B^T\Delta x_{\text{мабл}}(k+1) \\
&+ B^T(A\Delta + E)\Delta x(k)]
\end{aligned} \tag{21}$$

Итак, мы рассмотрели процедуру синтеза в различных случаях:

1) Задачу построения законов управления, когда предписанная траектория задается аналитически. 2) Синтез законов в случае, когда предписанная траектория движения задается в виде таблицы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаршеналиев Ж.Ш., Батырканов Ж.И. Синтез систем управления заданными показателями качества- Б. Илим, 1991. – 560 с.
2. Батырканов Ж.И., Мадраимова А.Д., Кадыркулова К.К., Задача управления по заданной программе. Известия КГТУ им. И. Раззакова, №11, Бишкек 2007. – 300 с.
3. Белман Р. Введение в теорию матриц-М.: Наука, 1969.- 490 с.
4. Батырканов Ж.И., Аспирант Кадыркулова К.К. СИНТЕЗ УПРАВЛЕНИЯ ПО ТАБЛИЧНО ЗАДАНЫМ ПРОГРАММАМ. Материалы 50-юбилейной научной конференции молодых ученых и студентов. КГТУ-Бишкек, 2008. – 570 с.

БАҒДАРЛАМА ҰЙҒАРЫМЫ БОЙЫНША ҚОЗҒАЛЫСЫН ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ КЕЗІНДЕ ЗАҢДАРДЫ БАСҚАРУ СИНТЕЗІ

Мақалада бағдарлама ұйғарымы бойынша қозғалысын жүзеге асыру кезінде заңдарды басқару синтезі қарастырылады.

Екі түрлі синтездің процедурасы қарастырылған:

1) бағдарлама ұйғырымы бойынша траектория аналитикалық бөскен кезде, басқару заңды құрастыруы, 2) кесте түрі ретінде объектінің қозғалыс ұйғарымы берілген, басқару заңның синтезі.

Түйін сөздер: басқару заңы, синтез, объект қозғалысы, траекториясы, бағдарлама ұйғарымы.

SYNTHESIS OF CONTROL LAWS FOR THE IMPLEMENTATION OF TRAFFIC ON THE PRESCRIBED PROGRAM

In this paper, propose a new approach of synthesis of control laws for the implementation of object motion in a prescribed program.

A procedure for the synthesis of two cases:

1) construction of the control laws, when the prescribed trajectory is given analytically, 2) synthesis of the laws in control when prescribed trajectory of the object is given in the table.

Keywords: control law synthesis, movement of the object, the trajectory prescribed program.

УДК 681.53

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЧНОСТЬЮ БЕТОНА

Ш.Б.Биттеев,

доктор технических наук, профессор,

Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М.Тынышпаева
(Казахстан)

*Положительные рецензии даны д.т.н. Курмановым А.К.
и к.т.н. Кудубаевой С.А.*

В статье описано оптимальное управление прочностью в производстве железобетонных изделий. Предложена математическая модель управления прочностью изделий из бетона.

Ключевые слова: оптимальное управление, прочность бетона, математическая модель, критерии прочности.

Задача стабилизации сводится к синтезу такого звена обратной связи, который бы обеспечивал экстремум заданной целевой функции оптимизации, т. е. оптимизация процесса управления прочностью бетона обуславливает определение такой стратегии коррекции состава, результат самого управления. В данном случае возможны два подхода к выбору критериальной функции:

1. Максимизация показателя качества k выпускаемой продукции при ограничениях сверху на регламентированные затраты энергетических, материальных и людских ресурсов E :

$$\begin{cases} K \rightarrow \max \\ E \leq E_d. \end{cases} \quad (1)$$

2. Минимизация затрат при ограничении снизу на уровень регламентированного качества k_d :

$$\begin{cases} E \rightarrow \min \\ K \geq K_d. \end{cases} \quad (2)$$

Применительно к поставленной проблеме оптимального управления прочностью бетона первый подход определяет необходимость выпуска изделий с максимальной прочностью при заданных ограничениях на расход материалов, энергии и трудовых ресурсов:

$$\begin{cases} R \rightarrow \max \\ E \leq E_d. \end{cases} \quad (3)$$

Однако данный критерий не отвечает требованиям производства, поскольку уровень качества (в данном случае прочности) определен исходя из конкретных условий эксплуатации, в связи с чем задачей предприятия является выпуск изделий с заданной прочностью бетона. Выпуск продукции с прочностью бетона как ниже регламентированного уровня, так и выше, не отвечающей условиям эксплуатации, ведет в конечном итоге к потере, в первом случае в процессе строительства и эксплуатации, во втором – в процессе изготовления изделий.

Таким образом, второй подход, который определяет необходимость минимизации расхода материалов, энергии и трудовых ресурсов при ограничении снизу на прочность бетона, обусловленной конкретными эксплуатационными условиями:

$$\begin{cases} E \rightarrow \min \\ R \geq R_d, \end{cases} \quad (4)$$

отражает цель предприятия, выпускающего сборный железобетон, и не нарушает эксплуатационные регламентированные характеристики выпускаемых изделий.

В связи с тем, что единственной управляемой переменной, посредством которой можно регулировать прочность бетона, является состав бетона, коррекция которого не изменяет стоимостные значения других технологических характеристик, то целевая функция оптимизации определяется только стоимостью компонентов (цемент, вода, песок, щебень) при ограничении снизу на регламентированную прочность бетона:

$$\begin{cases} C_{\ddot{O}+\dot{A}+\dot{U}+\ddot{D}} \rightarrow \min \\ R \geq R_d. \end{cases} \quad (5)$$

Однако, так как удельная стоимость цемента в бетоне выше других компонентов и коррекция его расхода незначительно влияет на стоимость других компонентов, то последний критерий эквивалентен минимизации расхода цемента на единицу продукции при том же ограничении:

$$\begin{cases} \ddot{O} \rightarrow \min \\ R \geq R_d, \end{cases} \quad (6)$$

т. е. целевой функцией управления является минимум расхода цемента при выпуске изделий с прочностью, не ниже регламентированной.

В связи с тем, что управление процессом осуществляется расходом цемента, наиболее дорогостоящей составляющей, возникает вопрос об эффективности постановки такой задачи.

Изменение прочности бетона на выходе технологического процесса можно представить как сумму изменений прочности, вызванных изменением расхода цемента $\Delta R(\Delta \ddot{O})$ и изменением обобщенного технологического фактора $\Delta \hat{O}$:

$$\Delta R = \Delta R(\Delta \ddot{O}) + \Delta \hat{O}. \quad (7)$$

В этом случае дисперсия прочности будет:

$$\sigma_R^2 = \left(\frac{dR}{d\ddot{O}} \sigma_{\ddot{O}} \right)^2 + \sigma_{\hat{O}}^2 + 2\rho_{\ddot{O},\hat{O}} \sigma_{R(\ddot{O})} \cdot \sigma_{\hat{O}}, \quad (8)$$

где $\rho_{\ddot{O},\hat{O}}$ – коэффициент корреляции между обобщенным технологическим фактором и расходом цемента.

Непостоянство обобщенного технологического фактора вызывает и изменение отпускной прочности бетона. Однако необходимость выпуска продукции с минимальной прочностью бетона, определенной регламентированными значениями, обуславливает необходимость увеличения расхода цемента на величину, компенсирующую вариацию прочности бетона (вызванной вариацией обобщенного технологического фактора). Таким образом, величина расхода цемента должна составлять:

$$\ddot{O} + \Delta \ddot{O} = k_{\ddot{O}}(R_p + t_{\beta} \sigma_R), \quad (9)$$

где $k_{\ddot{O}}$ – коэффициент, связывающий изменение прочности бетона с изменением расхода цемента; t_{β} – квантиль заданной доверительной вероятности β .

Из выражения (8) видна принципиальная возможность стабилизировать прочность бетона на выходе процесса путем изменения расхода цемента. Действительно, приравнивание выражения (8) к нулю, получим условие идеальной стабилизации прочности бетона:

$$\sigma_{\ddot{O}} = \frac{\sigma_{\dot{O}}}{dR/d\ddot{O}}, \quad \rho_{\ddot{O},\dot{O}} = -1. \quad (10)$$

Т. е. при постоянной коррекции расхода цемента, равной

$$\Delta\ddot{O} = -\Delta\dot{O} / (dR/d\ddot{O}), \quad (11)$$

получаем и идеальную стабилизацию прочности бетона, при этом вся продукция отвечает прочностным требованиям (эксплуатационным регламентированным характеристикам).

Математическое ожидание расхода цемента в этом случае будет:

$$M_{\ddot{O}} = k_{\ddot{O}} \cdot R_p. \quad (12)$$

Это выражение и определяет средний расход цемента, обеспечивающий выпуск продукции заданного уровня прочности.

Таким образом, минимизация вариации прочности бетона приводит и к минимизации расхода цемента.

Непосредственное использование выражения (11) для коррекции расхода цемента, очевидно, невозможно, в силу того, что оценка обобщенного технологического фактора в уравнении известна с опозданием (после выхода готовой продукции), в связи с чем выражение (11) необходимо записать как:

$$\Delta\ddot{O}(t) = -\Delta\dot{O}(t+T) / (dR/dU), \quad (13)$$

где $\Delta\ddot{O}(t)$ – коррекция цементно-водного отношения в момент времени t ; T – период технологического процесса; $\Delta\dot{O}(t+T)$ – изменение обобщенного технологического фактора, которое будет иметь место в момент времени $t+T$.

Тогда $\Delta\dot{O}(t+T)$ можно заменить его прогнозом $\Delta\dot{O}^*(t+T)$:

$$\Delta\ddot{O}(t) = -\frac{\Delta\dot{O}^*(t+T)}{dR/dT}. \quad (14)$$

Эффективность такого подхода определяется частотными характеристиками обобщенного технологического фактора, которые, в свою очередь, определяются частотными характеристиками неконтролируемых и неучитываемых параметров.

OPTIMIZATION OF CONTROL CONCRETE STRENGTH

Мақалада темірбетон бұйымдарды өндіру процесіне беріктікпен ұтымды басқару қарастырылады. Бетоннан жасаған бұйымдарды басқару математикалық үлгісі көрсетілген.

Түйін сөздер: ұтымды басқару, бетонның беріктігі, математикалық үлгі, беріктіктің белгілері.

БЕТОННЫҢ БЕРІКТІГІМЕН БАСҚАРУ ПРОЦЕССИН ОҢТАЙЛАНДЫРУУ

This article describes the optimal control strength in the production of concrete products. Proposed mathematical model of the control strength of concrete products.

Keywords: optimal control, the strength of concrete, mathematical model, the strength criteria.

УДК 523.5

ЧТО ЖДАТЬ ОТ ПОГОДЫ И КАК МОЖНО ПРЕДСКАЗАТЬ ЕЕ

В.В.Дейнега¹, Е.К.Сапанов²,

кандидат технических наук, профессор,

Костанайский инженерно-экономический университет

им. М.Дулатова¹,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,

Костанайский социально-технический университет

им. академика З.Алдамжар² (Казахстан)

Положительные рецензии даны д.т.н. Кушнир В.Г.

и к.т.н. Жикеевым А.А.

*Круговорот воды вечен, и люди всегда
будут стремиться усовершенствовать его.*

*Неоценима роль питьевой воды в жизни человека. Роль
атмосферной воды является главным фактором, по существу и
единственным источником воды и жизни на земле.*

Ключевые слова: *питьевая вода, роль атмосферной воды, капельножидкая и кристаллическая вода, атмосферное электричество, структуре водного баланса, запасы гидросферы.*

О воде сказано немало, - но еще больше предстоит исследовать и делать соответствующее прогнозирование.

Если говорить о питьевой воде, то ее надо брать и обеспечивать доступ человека к ней. Поливную воду, как говорят в народе, - надо ждать с небес. Объем осадков в необходимый период составил почти в 2 раза больше среднегодовых прошлых лет. В этих условиях не замедлилось урожайность овощей: капусты, картофеля и т.д. И, конечно, правильная технология водосбережения, агротехника и сложный труд аграриев в этих условиях дали рекордные показатели по сбору зерна нашей области.

С точки зрения науки это надо квалифицировать как внедрение инновационных технологий, т.е. получение больших показателей в работе. Тем не менее, роль атмосферной воды является главным фактором, по существу и единственным источником воды и жизни на земле. Примерно за 9-10 дней все водные пары в атмосфере полностью обновляются. Находящийся в ней водяной пар конденсируется, образуя облака, проливающиеся дождями, а взамен их поступают новые порции испарившейся влаги.

Вода в атмосфере находится во всех трех агрегатных состояниях: газообразном, жидком и твердом. Газообразная вода наглядно проявляет себя, смягчая синеву неба и придавая зорям богатую и разнообразную окраску. Капельножидкая и кристаллическая вода формируют облака и выпадающие из них осадки. Из-за изменения температуры вода часто меняет свое состояние, поглощая или, наоборот, выделяя при этом много скрытого тепла (600 калорий при испарении – конденсации 80 калорий при замерзании – таяния воды 1 г. воды).

При испарении с поверхности водоемов и увлажненной почвы, а также при транспирации воды растениями поглощается до 70 %, а иногда и больше солнечного тепла, приходящего на земную поверхность. Вместе с водяным паром скрытое тепло переносится в атмосферу и выделяется в тех ее слоях, где водяной пар конденсируется, и образуются облака. Эта же причина снижает температуру испаряющейся поверхности и прилегающего к ней воздуха. Из-за этого дневные температуры теплого времени года у водоемов и влажных регионах ниже по сравнению с континентальными районами, получающими столько же солнечного тепла.

Кроме того, водяной пар и облака непосредственно влияют на радиационный режим, с одной стороны, поглощая и отражая солнечную радиацию, а с другой – встречным потоком длинноволнового излучения уменьшая потери тепла путем радиации с поверхности Земли.

Каждый из нас замечает, что в летнюю пасмурную погоду днем прохладнее, а ночью наоборот, теплее. Летом ночью, а зимой в течение всех суток облака как бы защищают землю от потерь тепла путем

радиации в межпланетное пространство. Все это в совокупности определяет погодообразующую роль атмосферной воды.

По этим научным выкладкам мудрые люди по приметам предсказывали погоду на земле. Много загадок таит в себе вечная спутница Земли. Луна то растет, то убывает, иногда совсем пропадает с виду. Каждый день она восходит и заходит. В разные дни месяце, в разные годы Луна поднимается над горизонтом то выше, то ниже. Именно по высоте Луны можно судить о погоде. Самая высокая Луна была в 2005 г, самая низкая будет в 2014 году. Проводимая научные наблюдения за природными ритмами в данной местности могут увеличивать вероятности достоверности прогноза погоды. Хотя сегодняшняя наука сформулировала это единым процессом – круговоротом воды. Недостаток влажности наносит большой урон сельскому хозяйству, и не только. Поэтому регулировать влажность особенно приземных слоев воздуха подвластно человеку, управляя облаками, это уже приемлемо в столичных городах во время массовых мероприятий. Повышая влажность орошением, травостое поле пшеницы, может повышать влажность воздуха на 20-30 %. Полезащитное лесоразведение почти не влияет непосредственно на влажность воздуха сельскохозяйственных полей, хотя немного и защищает их от вредного действия суховея. Лесные полосы при соответствующей их конструкции ослабляют порыв ветра и турбулентного перемешивания усиливающего испарение влаги.

Содержание влаги в атмосфере учитывают непосредственно в кубометрах воды. Расчет математической модели круговорота воды показывает, что в атмосфере земного шара содержится около 12-13 тыс. км³ воды в газообразном состоянии. Более того, расчет приводит к выводу о наличии «атмосферных водоемов», что подтверждается косвенно в затоплении отдельных территорий планеты объемами воды, превышающих абсолютный объем круговорота.

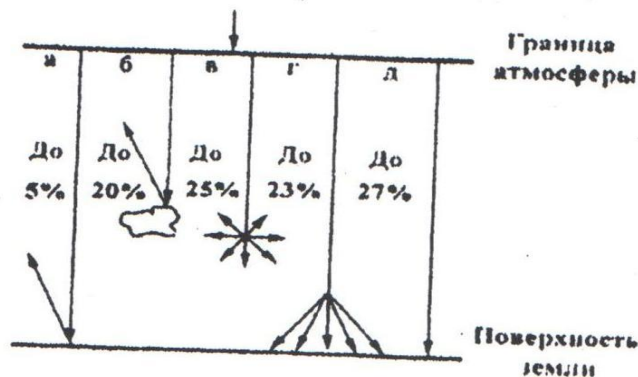
Практически это было использовано США в войне с Вьетнамом, когда взрывами бомб создавали вакуум в атмосфере, что приводило к образованию водоемов и длительному затоплению территории.

Пока нет научного обоснования нестандартным длительным проливным дождям в объемах соизмеримых Аральскому морю и затоплению Западной Европы. Остается неуправляемое атмосферное электричество и другие явления природы. Космонавтика за последнее время возвела объективные процессы, позволяющие увеличить выработку энергии на высоте ветрами электрических станций, особенно эффективно генерируют электричество солнечных батарей в неатмосферных слоях. Можно полагать, что практические устройства энергоисточников находятся «ближе к Солнцу», что еще используется человечеством. А круговорот воды в природе – это естественный фактор регулирования энергетическим процессом на Земле.

Солнечное излучение проходит путь от Солнца до Земли за восемь минут, плотность потока энергии его составляет 1360 Вт/м², до Земли

доходит лишь часть этой энергии зависит от времени суток, сезона и географического положения.

Общее количество радиации достигающей земли (100%)



Задачи науки оценить эти объективные процессы материального мира и найти пути управления погодой на Земле. В пределах географических зон природные условия обычно разнообразны и это отражается в структуре водного баланса и погоде. Наукой сегодня исследуются запасы гидросферы: мировой океан – 1460 мм. км³, вода – суша – 90 мм. км³ (6,1%), в атмосфере – 12 – 13 тыс. км³ (0,1 %),

Наиболее управляемые человеком – земные водоемы. К сожалению, недооценивая эти факторы, мы мало занимаемся гидросооружениями, пора взять на учет все водоемы, реки, озера, ручейки и плотины, удерживающие воду. Определив нормативные коэффициенты надежности, оборудовали их приборами контроля, которых снимали около 100 показателей (уровень воды, обвал, сброс воды, фильтрация и т.д.). Например, в Китае плотина три Ущелья имеет более 1 тыс. показателей надежности.

Тогда не будет у нас гидросооружений, наводящих страх на население, а скорее будут улучшать природу, климат на благо для человека.

А миф становится истиной, что только вода может справиться с огнем и превзойдет энергию плазмы. Задача науки опережать фантазии и пророчества.

АУА РАЙЫНАН НЕ ТОСУ КЕРЕК ЖӘНЕ ОНЫ ҚАЛАЙ БОЛЖАУҒА БОЛАДЫ

Адам өмірде ауыз судың бағаланбаған рөлі. Атмосфералық судың рөлі негізгі факторы болып табылады және жерде су мен өмірдің жалғыз көзі

Түйін сөздер: ауыз суы, атмосфералық суының рөлі, кристалдық және тамшы суы, атмосфералық электр энергетикасы, су балансының құрамы, гидросфераның таңгерімі.

WHAT TO EXPECT FROM THE WEATHER AND HOW TO PREDICT IT

Invaluable role of drinking water in human life. The role of atmospheric water is a major factor on the merits and the only source of water and life on earth.

Keywords: *drinking water, the role of atmospheric water, liquid droplet and crystalline water, atmospheric electricity, the structure of the water balance, reserves the hydrosphere.*

УДК 539.2

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИФФУЗИЯ КАК ОСНОВА ПРОЧНОСТИ И ПОРИСТОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

У. М. Кабылбекова,

кандидат технических наук, доцент,

Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева (Казахстан)

Положительные рецензии даны д.т.н. Курмановым А.К.

и к.т.н. Хасеновым У.Б.

В настоящей работе рассматривается явление нелинейной диффузии, происходящее в процессе структурообразования бетонных изделий на легких заполнителях. В результате теоретических и экспериментальных исследований, твердение бетонной смеси, представлено как система с нелинейной диффузией, динамика которой описывается с нелинейным дифференциальным уравнением в частных производных и их практического приложения.

Ключевые слова: *диффузия, прочность, пористость, строительные изделия, структурообразование, цементный камень.*

Одним из систем, в которых имеет место нелинейная диффузия, это процесс твердения строительных изделий на легких заполнителях. По теоретическим и экспериментальным исследованиям установлено, что отпускная прочность и другие физико-механические показатели строительных изделий на легких заполнителях твердеющие в естественно – воздушных условиях, в основном определяются минералогическим составом цементных вяжущих, видом крупных и мелких заполнителей, водоцементного отношения (В/Ц), а также степени гидратации характеризующей начальную микротвердость [1]. Изменение водоцементного отношения В/Ц в процессе структурообразовании легкого

бетона на пористых заполнителях, наблюдается за счет эффекта самовакуумирования; отсасывания влаги заполнителем в начале твердения и ее последующего возвращения из заполнителя по мере гидратации. В начале твердения большая часть воды уходит в поры заполнителя из-за большого стяжения капиллярных сил [2]. Сцепление вяжущего с пористым заполнителем возрастает вследствие химического взаимодействия контактирующих фаз. О качестве контактной зоны можно судить и по ее микротвердости. Исследование кинетики формирования поровой структуры в процессе твердения цементного камня, а также выяснение взаимосвязи между процессом гидратации цементного камня и кинетикой развития его поровой структуры представляет большой научно-практический интерес, так как поровая структура в значительной мере определяет прочностные фильтрационные и многие другие свойства бетонов на легких заполнителях. Образцы цементного камня одинаковой пористости, но содержащие разное количество гидратированной фазы, могут сильно различаться по прочности. Это обуславливается как различием пор в сравниваемых образцах по форме и размерам, так и разным характером заполнения их цементным гелем, влияющих на площадь контактирования отдельных кристалликов друг с другом характеризующиеся видом диффузионных процессов, в результате чего зависимость прочности цементного камня от пористости является нелинейной [2,3]. В процессе гидратации общая пористость цементного камня уменьшается, однако капиллярная пористость снижается быстрее, так как в ней находится значительное количество материалов (метастабильные гидраты) имеющие слабые химические связи атомов примеси с решеткой. Обычно поровая влага насыщена гидратом окиси кальция, а так как большинство пористых заполнителей: керамзит, аглопорит и другие содержат аморфный SiO_2 , способный химически реагировать с $\text{Ca}(\text{OH})_2$, то на поверхности контакта заполнителя с цементным тестом, образуется нерастворимый в воде гидросиликат кальция $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и соединения состава $3\text{CaO}(\text{Al}_2\text{O}_3, \text{FeO}_3) \times \text{SiO}_2 \times (6 - 2x)\text{H}_2\text{O}$, упрочняющие контактный слой «пористое зерно-цементный камень» [2,3].

С физико-химической точки зрения следует отметить что, процесс образование водных алюмосиликатов с ярко выраженной слоистой структурой и трубчатые кристаллы гидросиликатов кальция образуют рыхлые участки оболочки, создающие условия перемещения примесных атомов по междоузлиям решетки кристалла (примесные атомы внедрения), через которых вода диффундирует интенсивнее, поэтому по мере химического связывания воды (в процессе гидратации) происходит выделение большого числа кристаллогидратов в толще цементной частицы под оболочкой (самодиффузия собственных атомов, вытесненных в междоузлия из узлов). Эти вторично образующиеся кристаллогидраты на определенной стадии разрушают первичную оболочку (которая

называется дислокацией), что обуславливает начало тканерастворимых микрокристаллов [4,5].

Таким образом, механизм химических реакции и диффузии на этом этапе очень сложен, и, несмотря, на разнообразие представлений, может быть выражен одним из самых простых нелинейных уравнений диффузии [5,6],

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial u}{\partial t} = f(u), \quad (1)$$

Известно, что решения уравнение (1) могут быть найдены в форме решения бегущей волны $u(x, t) = \tilde{u}(x - vt) = \tilde{u}(\xi)$, где $\xi \equiv x - vt$. Тогда

$$\frac{\partial \tilde{u}}{\partial x} = \frac{\partial \tilde{u}}{\partial \xi} \quad \text{и} \quad \frac{\partial \tilde{u}}{\partial t} = -v \frac{d\tilde{u}}{d\xi} \quad (2)$$

В предположении, что решение имеет вид бегущей волны, дифференциальное уравнение в частных производных (1) может быть преобразовано в обыкновенное дифференциальное уравнение (ОДУ) вида

$$\frac{d^2 \tilde{u}}{d\xi^2} + v \frac{d\tilde{u}}{d\xi} = f(\tilde{u}), \quad (3)$$

которое, в свою очередь может быть переписано в форме системы первого порядка

$$\frac{d\tilde{u}}{d\xi} = w \quad \frac{dw}{d\xi} = f(\tilde{u} - vw) \quad (4)$$

Таким образом, нелинейное дифференциальное уравнение в частных производных (1) сводится к нелинейному обыкновенному дифференциальному уравнению (ОДУ). Однако в этом преобразований скорость бегущей волны v является неизвестным параметром, который должен быть определен при дальнейшем анализе.

Основная идея состоит в выборе нелинейного члена $f(u)$:

Если выбрать $f(u)$, в следующем виде,

$$f(u) = u(u-a)(u-1) \quad (5)$$

то решения бегущей волны для уравнения (1) представляется виде кубической функции [4].

Следует заметить что, в качестве $f(u)$ можно использовать не только рассмотренный многочлен, но и любую другую функцию, имеющую вид кубической кривой. Например, одним из таких функций является скорость гидратации $f(w)$ бетонной смеси, определяющую зависимость отклонений концентрации, условий равновесия (предполагаемый вид показан на рис.1). Представляется правдоподобная гипотеза, согласно которой появление колебаний связано с самоорганизацией структуры бетона, представляющей собой затухающий ритмический процесс типа совокупности колебательных химических реакций [7]. В частности можно считать, что на первой стадии твердения микроструктура цементного камня является совокупностью ячеек со

стенками, состоящими из малорастворимых этtringитов и заполнений, содержащих перенасыщенные растворы различных солей (для примесных атомов - это диффузия в твердом растворе замещения). На второй стадии происходит частичное разрушение ячеистой структуры, распад метастабильных гидратов снижение концентрации ионов кальция в растворе (самодиффузия собственных атомов, вытесненных в междоузлия из узлов). Источником колебаний является свободная энергия экзотермической реакции с аналогичным по динамике и физике протекания процессами описанными в частности, в книге Э.Скотт [4]. Вместе с тем, интерпретация колебаний как образования и разрушения структур приводит к выводам хорошо согласующимся с экспериментами (Рис.2) [5]. Таким образом, для учета величины, обуславливающих колебательный характер, целесообразно ввести еще одну характеристику процесса - коэффициента диффузии, характеризующий коэффициент α структурообразования γ . Таким образом, после несложных преобразований уравнение реакции-диффузии (3) может быть переписано в следующем виде

$$\frac{dw}{dt} = \gamma f(w_{\infty} - w) \quad (6)$$

где w_{∞} - установившееся содержание ХСВ, при котором процесс гидратации прекращается;

$w = w(t)$ - содержание ХСВ в текущий момент времени (рис.2).

$f(w)$ - функция, характеризующая зависимость скорости гидратации от отклонений концентрации условий равновесия (предполагаемый вид показан на рис.1).

γ - коэффициент характеризующий ускорения или замедления реакции и диффузии в зависимости от этапа структурообразования, (в первом приближении определяется значением реакционной поверхности в данный момент структурообразования). При $\gamma > 0$ содержание ХСВ согласно уравнению (6) увеличивается, при $\gamma < 0$ уменьшается, при $\gamma = 0$ процесс гидратации прекращается. Поэтому явление возникновения и распада структур можно описать, задав единственной кривой (Рис.2). В типичных случаях γ имеет вид затухающих колебаний, полупериод которых примерно равен длительности первого выброса, а амплитуда быстро убывает (Рис.3).

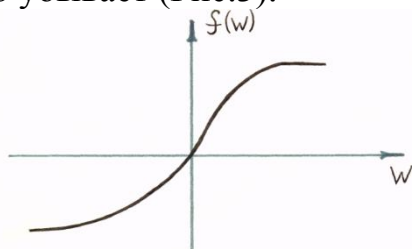


Рисунок 1 - Зависимость скорости гидратации в условиях близких равновесным

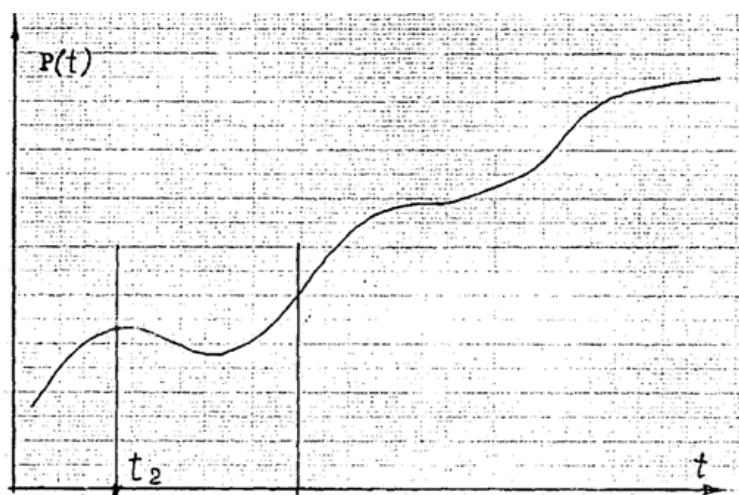


Рисунок 2 - Кинетика ХСВ в процессе твердения

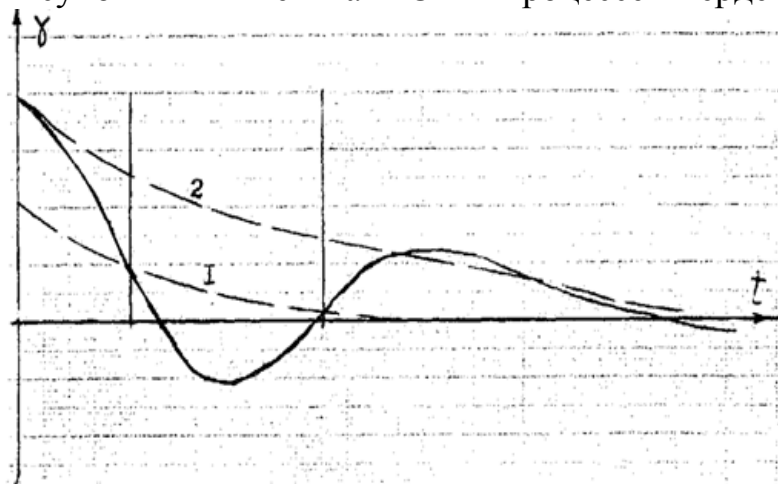


Рисунок 3 - Кинетика коэффициента γ структурообразования.

Таким образом, математическая модель (6) применима к технологическим процессам, связанным с твердением бетонных изделий. Ее практическая ценность заключается в том, что она позволяет изучить особенности диффузионных процессов, происходящих в процессе структурообразования и установить зависимость коэффициента диффузии от концентрации примеси, обеспечивающей необходимые свойства твердых тел. Кроме того знание законов диффузии позволяет определить важные параметры вещества, а также осуществить коррекцию хода твердения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горчаков Т.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы. – Москва: Стройиздат, 1986. - С.305.
2. Белов В.М., Михайлов Н.В. Распределение влаги в бетоне по видам ее связи с твердой фазой. : Физика-химическая механика дисперсных структур, - Москва: Наука, 1986. -С.12-87.
3. Скотт. Э. Нелинейная наука: рождение и развитие когерентных структур, - Москва.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – С.500.

4. Верещагин И.К, Кокин С.М, Никитенко В.А и др., Физика твердого тела: Учебное пособие для втузов. - С.М: Высшая школа, 2001. - С.237.

5. Кабылбекова У.М., Математическое моделирование кинетики твердения бетонов на легких заполнителях, «Архитектура и строительство Узбекистана», 2008. -15. - С. 5.

6. Ашрабов А.А. Моделирование свойств и процессов разрушения легкого бетона. «Архитектура и строительство Узбекистана», 1988. - № 1. - С.7.

7. Пуанкере А. Качественная теория дифференциальных уравнений. – Москва: Физматгиз, 1987. - С.375.

ҰЗЫНДЫҚ ЕМЕС (ҚИСЫҚ СЫЗЫҚТЫ) ДИФФУЗИЯ ЖЕҢІЛ БЕТОНДАРДЫҢ ФИЗИКА ЖӘНЕ МЕХАНИКАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНІҢ НЕГІЗІН ҚАЛАУШЫ ПРОЦЕСС.

Бұл мақалада жеңіл бетон қоспасының қатаю кезеңінде болатын диффузиялық процесстердің түрлері қарастырылған, және оларға қатысты физико-химиялық процесстердің параметрлерінің өзгеру заңдылығы анықталып, математикалық теңдеуі көрсетілген.

Түйін сөздер: диффузия, беріктік, кез-келгеніі, құрылыс бұйымдар, құрылымы, цемент тасы.

NONLINEAR DIFFUSION AS A BASIS OF DURABILITY AND POROSITY OF BUILDING PRODUCTS

To the present work it is considered the phenomenon of nonlinear diffusion of concrete products occurring in the course of structurization on easy fillers. As a result of theoretical and experimental researches, твердение a concrete mix, it is presented as system with the nonlinear diffusion which dynamics is described with the nonlinear differential equation in private derivatives and their practical appendix

Keywords: diffusion, strength, porosity, building products, structure, cement stone.

**АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
НЕБОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ГОРОДОВ И РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН**

Ю.В. Классен¹, Е.К. Сапанов², О.А. Ростиславов³, Т.Н. Чаузова³

кандидат технических наук, доцент,

Костанайский инженерно-экономический университет

им. М. Дулатова¹,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,

Костанайский социально-технический университет

им. академика З. Алдамжар²,

старший преподаватель, Костанайский инженерно-экономический
университет им. М. Дулатова³ (Казахстан)

Положительные рецензии даны д.т.н. Кушнир В.Г.

и к.т.н. Бутко В.Н.

Автономные системы энергоснабжения коттеджных поселков и населённых пунктов сельской местности от альтернативных источников энергии, а именно энергии солнца, ветра, земли.

Ключевые слова: Ключевые слова: ЛЭП, альтернативные источники, источник электрической энергии, солнечные фотоэлектрические панели, ветроэлектрическая установка

В настоящее время остаётся проблемой Северных регионов дефицит электрической и тепловой энергии для растущих коттеджных поселков и населённых пунктов сельской местности. В связи с этим необходимо искать новые подходы рационального использования традиционных энергоносителей, а также комплексное применение альтернативных источников энергии а именно энергии солнца, ветра, земли. Частично или полностью решить эти проблемы призваны автономные системы, самостоятельно снабжающие дом или коттедж электричеством и теплом. Создание таких систем позволят решить основную задачу: обеспечение потребителей электроэнергией и теплом на более выгодных условиях, чем от энергосистемы.[1]

На данный момент существует множество разнообразных вариантов альтернативной энергетики масса - только выбирай. К услугам самостоятельных домовладельцев солнечные батареи, ветрогенераторы и тепловые насосы. Какую долю природных ресурсов использовать при обеспечении светом и теплом - решать собственнику.

Во первых, автономная система может стать дополнительным источником энергии и тепла при существующем централизованном электроснабжении.

Во вторых, на дублирующее снабжение от автономной системы из соображений экономии стоит переходить владельцам домов с большой площадью, отапливаемых электричеством.

В третьих, - выбрать полную автономность от центральных сетей.[3] Плюсы создания собственной автономной системы электроснабжения - Вам не нужно платить за подключение к сетям централизованного электроснабжения и строительство ЛЭП, Вы не зависите от цен на электроэнергию. Вы сами являетесь хозяином своего оборудования и можете вырабатывать электроэнергию тогда, когда Вам хочется.

Самый распространенный способ получения альтернативной электроэнергии - использование энергии солнца и ветра. В европейских странах это давно применяется и поддерживается государством. В Европе владельцы домов с альтернативным электричеством, вправе рассчитывать на налоговые льготы от государства. Число переходящих на самообеспечение собственников ежегодно растет.[4]

Из чего же должна состоять система автономного электроснабжения?

Источник электрической энергии. Их может быть один или несколько.

Им может быть:

газопоршневой ДВС с электрогенератором;

солнечные фотоэлектрические панели;

ветроэлектрическая установка;

микро или малая гидроэлектростанция.

В качестве основного может применяться любой из перечисленных источников.

С целью увеличения продолжительности работы системы в автономном режиме, система бесперебойного электропитания обычно содержит еще один или несколько возобновляемых источников энергии. В качестве ВИЭ используются вырабатывающие электричество: солнечные батареи (СБ), ветроэлектрические установки (ВЭУ), микроГЭС . Эти источники подключаются к АБ через контроллер заряда, защищающий АБ от перезаряда.

В центральном и северном Казахстане, летом приходит около 5 кВт*ч солнечной энергии на 1 квадратный метр. Солнечная батарея размером 65 см на 100 см имеет мощность 150-160 Вт. Для обеспечения



дома электроэнергией, достаточной для освещения и работы приборов, нужно соединить 8-10 таких модулей. Вообще, чтобы обеспечить энергосистему дома мощностью 1, 5 кВт, достаточно солнечной батареи мощностью в 1 кВт. Разница возникает из-за буферного режима, в котором работает система: сначала энергия накапливается в аккумуляторе. Вновь поступившую энергию вместе с уже накопленной аккумулятор подает в виде тока к домашним приборам.

В отличие от солнца, ветра у нас дуют в среднем 300 дней в году. Поэтому зимой основным поставщиком электроэнергии вместо батареи становится ветрогенератор. При безветренной погоде, в это время обеспечивать дом электричеством будет накопленный в аккумуляторе резерв. Модели ветрогенераторов подбирают с расчетом на ветровую нагрузку в нашем регионе. Чтобы заставить турбину работать, хватит ветра скоростью 2, 3-5 м/с.[3]

Прежде чем переходить к автономной системе, сначала желательно попытаться уменьшить потребление электроэнергии, сократив расходы на отопление.

Так, можно установить в доме систему воздушного отопления. Система, в которой воздух нагревается внутри воздуховода, сочетает сразу несколько преимуществ: позволяет задавать свою температуру для каждой комнаты в доме, благодаря присоединенной к ней приточной вентиляции обеспечивает его свежим воздухом и за счет технической разработки,

являющейся ноу хау производителя, отличается небольшим энергопотреблением.[4]

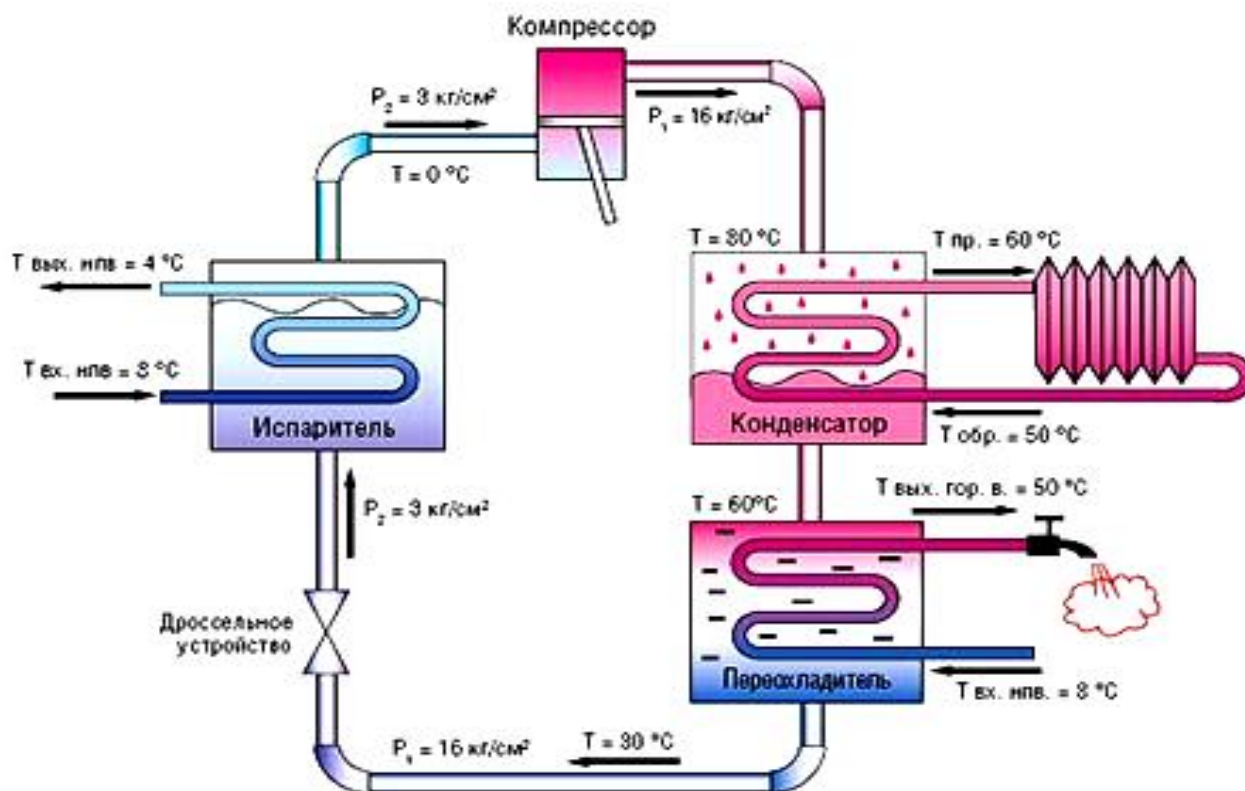


Схема работы парокомпрессионного теплового насоса

ЛИТЕРАТУРА

1. Дукенбаев Кенжемурат «ЭНЕРГЕТИКА КАЗАХСТАНА. Движение к рынку.» [Текст] / - Изд. «Гылым», Алматы, 1990 -582 с.
2. Боротфи И., Рафай П. «Энергосберегающие технологии и агрегаты на животноводческих фермах.» [Текст] / - Сб., М. ВО «Агропромиздат», 1988. - 228 с.
3. [Электрон. ресурс]. - URL: www.avtonomka.kz.
4. Электрон. ресурс]. - URL: www.sibdom.ru.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҚАЛАЛАРЫНА ҮШІН ҮЛКЕН ЕМЕС ҚУАТТЫЛЫҚҒЫН ТҰТЫНУШЫЛАРҒА ҮШІН АЛЬТЕРНАТИВТІ ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ

Күннің энергиясы атап айтқанда талғаулы көз энергиясынан пункт ауылшаруашылық жер уық коттедж поселкелерінің энергия жабдықтауының автономды жүйелері, жер, жел.

Түйін сөздер: СЭЖ, альтернативті көздері, электр энергияның көздері, күн фотоэлектрлік панелдер, жел электрлік қондырғы.

ALTERNATIVE ENERGY SUPPLY FOR CONSUMERS POWER FOR SMALL CITIES AND REGIONS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Stand-alone power system residential estates and rural settlements from alternative energy sources, namely solar, wind, earth.

Keywords: power lines, alternative sources, a source of electrical energy, solar photovoltaic panels, wind power installation.

МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Расим Дурмаз,

аспирант,

Кыргызский государственный технический университет
им. И.Раззакова (Кыргызстан)

*Положительные рецензии даны д.т.н. Ахметовым И.С.
и к.т.н. Кудубаевой С.А.*

В статье рассматривается формализованная математическая модель представления знаний. Описаны механизмы приобретения знаний из собственного опыта, из опыта и примеров организаций. Представлен подход к приобретению знаний путем их добавления в базу знаний из других источников. Организации функционируют успешно, когда все взаимосвязанные действия понятны и управляются системно, а решения в отношении текущих операций и запланированных улучшений принимаются на основе достоверной обновленной информации и знаний, которые отражают опыт лучшей практики и мнение заинтересованных сторон. При этом важной задачей является рациональное использование наработок, осуществленных в организации, опыта работы специалистов, подходов к решению производственных задач, примеров успешной деятельности [1].

Ключевые слова: *представление знаний, математическая модель, база знаний, проблемная область.*

Большинство практических подходов к структуризации данных предполагает участие эксперта, что связано с динамичностью и неполнотой данных используемых для решения задач. При формировании закономерностей могут учитываться оценки сходства (полезности) рассматриваемых и существующих моделей сущностей через обобщенную близость (комбинацию близостей, вычисленных на множестве частичных описаний). В настоящее время существует много направлений решения этой задачи, среди которых можно отметить [2,3]:

- основанные на символьном представлении знаний, информации;
- на основе сетей взвешенных связей;
- использующие эволюционное моделирование.

Одной из сложных проблем работы со знаниями является выбор адекватной модели их представления. В настоящее время разработано множество подходов к представлению знаний, в основе которых заложено использование таких моделей представления знаний, как формальные

логические, продукционные, семантические сети, фреймовые модели. Эти модели представления знаний имеют ограниченные области решаемых задач в силу присущих им свойств и ограничений.

Описание модели проблемной области – M , как множества сущностей связанных между собой отношениями, имеет следующий вид :

$$M = \{S, R, G\}, \quad (1)$$

где, $S = \{S_i\}$ – множество сущностей проблемной области – M ;

$R = \{R_i\}$ - множество взвешенных связей между сущностями S_i ;

G – отображение, задающее между сущностями S_i связи из заданного набора типов связей R .

Сущности проблемной области S_i задаются атрибутами:

$$S_i = (N_{S_i}, PR_{U_{S_i}}, PS_{U_{S_i}}, LNS_{L_i}, LNS_{H_i}, LNR_i, WS_i), \quad (2)$$

где, N_{S_i} – имя сущности,

$PR_{U_{S_i}}$ – условия существования/применения сущности - предусловия,

$PS_{U_{S_i}}$ – условия контроля наличия/активации сущности,

LNS_{L_i} – список имен сущностей, определяющих S_i – связанных отношением "включает";

LNS_{H_i} - список имен сущностей, определяемых S_i – связанных отношением "является частью";

LNR_i – список имен отношений S_i с другими сущностями,

WS_i – вес/сила сущности S_i .

Отношения между сущностями проблемной области $R = \{R_i\}$ представляются:

$$R_i = (NR_i, PR_{UR_i}, PS_{UR_i}, LNR_{L_i}, LNR_{H_i}, WR_i), \quad (3)$$

где, NR_i – имя связи,

PR_{UR_i} – условия возникновения/активации исходящей сущности - предусловия,

PS_{UR_i} – условия контроля /активации входящей сущности - постусловия,

LNR_{L_i} – список имен связей, определяющих R_i – связанных отношением "включает";

LNR_{O_i} - список имен связей, определяемых R_i – связанных отношением "является частью";

WR_i – вес связи между сущностями.

Отображение G представляется:

$$G = (LNR, PR_{UR}, PS_{UR}, WS, WR) \quad (4)$$

LNR – множество списков имен отношений между сущностями,

PR_{UR} – множество условий возникновения/активации исходящих сущностей - предусловия,

PS_{UR} – множество условий контроля /активации входящих сущностей - постусловия,

WS – множество весов сущностей,

WR – множество весов связей/отношений.

В формате интегрированной модели представления знаний, где сущности представляются концептами определяют любые части реального мира – предметы, связи между ними, признаки и т.д., описание проблемной области M (1) с учетом представлений (2-3) представляется следующим образом:

$$M = \{NK, PRU, PSU, LNI, LNO, WK\}, \quad (5)$$

где NK – имя концепта,

PRU – предусловия концепта,

PSU – постусловия концепта,

LNI – список имен определяющих концептов,

LNO – список имен определяемых концептов,

WK – вес/сила концепта.

Такое представление позволяет осуществлять полную навигацию по сети, строить проблемную область при принятии решений, накапливать опыт и максимально отображать существенные для объекта закономерности реального мира.

Для представления реального мира с помощью интегрированной модели, необходимо задать ее основные синтаксические конструкции. Описание синтаксических конструкций производится с помощью нормальных форм Бэкуса-Наура [5]:

При использовании интегрированной модели возможна одновременная обработка всех элементов рассматриваемого состояния.

Получение знаний из опыта работы организации, примеров успешной деятельности других организаций, может осуществляться различными способами. Основные из них представлены ниже.

Обучение на примерах:

- обучение на примерах решаемых организацией задач;
- обучение на примерах решаемых задач другими организациями.

Для получения знаний из опыта на основе интегрированной модели представления данных предлагается использовать подход к формированию новых понятий на основе взвешенных связей.

Имитация данного процесса в системе обобщения опыта, формирования новых понятий (концептов) осуществляется следующим образом.

На вход системы формирования новых понятий (обобщения опыта) поступают признаки (параметры, концепты, сущности), описывающие новую ситуацию или план решения задачи.

Имя для нового понятия NK (5) формируется по установленным в системе правилам и может представлять, в простейшем случае, уникальный код из символов. В более сложных случаях, это может быть набор символов, который ассоциируется с описываемой ситуацией.

Между концептом (понятием) новой сущности и концептами описания устанавливаются связи R_i (3), каждой из которых приписывается начальное значение веса. Значения весов - ΔWR_i , которые устанавливаются изначально, добавляются или вычитаются в ходе обучения, могут быть

фиксированными для всех связей R_i или изменяться в зависимости от контекста ситуации, концептов, типов связей. Описание вновь сформированного понятия помещается во временную память. При последующих поступлениях описания данной ситуации происходит изменение значений весов связей WR_j и веса формируемого концепта WS_i , как функции от весов связей:

$$WS_i = f(WR_j). \quad (6)$$

Окончание процесса формирования нового понятия может происходить после рассмотрения определенного числа обучающих выборок (примеров), либо когда изменение веса нового понятия не превышает заданную величину для заданного числа рассмотрений ситуации. Когда новое понятие будет сформировано (уточнено существующее), его описание переносится из временной памяти в постоянную (базу знаний).

ВЫВОДЫ

- Основная сложность накопления знаний, их многократного использования связана с разнородностью источников знаний, форм их представления, смыслового наполнения, интерпретации.
- Исследования направлены на разработку компьютерных методов позволяющих решать задачи различной сложности в различных предметных областях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базы знаний интеллектуальных систем /Т.А. Гаврилова., В.Ф. Хорошевский- Спб: Питер, 2000. – 384с.
2. Тельнов Ю.Ф. Интеллектуальные информационные системы. (Учебное пособие) - М., 2000. - 81 с.
3. И.А.Бессмертный. Искусственный интеллект– СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. –132 с.

БІЛІМДІ ҰЙЫМДАСТЫРУ КӨРСЕТІ ҮЛГІСІ

Мақалада білімдерді ұсынысу математикалық үлгісі формализациясы қарастырылады. Ұйымдардың меншікті тәжірибесінен және мысалдардан білімдерді алу тетіктері көрсетілген. Басқа көздерден білім базасысына олардың қосымшасы жолымен білімдерге алуға тұрғы көрсеткен. Барлық өзара байланысты әсерлер түсінікті кезде, ұйымдар табысты жұмыс істеп жатыр және жүйелік жүргізіліп жатыр, ағымдағы операция және жоспарды жақсартуларға қатынаста шешімдер мүдделі тараптардың жақсы тәжірибелер және пікір тәжірибе қамтып көрсеткен мәліметтің және білімдердің шүбәсіз жаңартқан негізде қабылданады [1].

Түйін сөздер: білімді ұсыну, математикалық үлгі, білім базасы, мәселе облысы.

MODEL OF KNOWLEDGE ORGANIZATION

The article deals with the formalized mathematical model of knowledge representation. The mechanisms of knowledge acquisition from his own experience, from the experience and examples of organizations. An approach to learning, by adding them to the knowledge base from other sources. Organizations function successfully when all related activities are understood and systematically managed and decisions concerning current operations and planned improvements are made on the basis of reliable updated information and knowledge that reflect the experience of best practices and opinions of stakeholders. In this case, an important task is the rational use of the developments carried out in the organization, experience professionals, approaches to the solution of industrial problems, success stories [1].

Keywords: knowledge representation, mathematical model, knowledge base, problem area.

УДК. 004.031.2

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ «AVN SCHEDULE» ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ В ВУЗАХ

Н.Ж.Саитов¹, Б.Н. Бабаев²,

кандидат технических наук¹, аспирант²,

*Кыргызский государственный технический университет
им. И.Раззакова (Кыргызстан)*

*Положительные рецензии даны д.т.н. Курмановым А.К.
и к.т.н. Жикеевым А.А.*

Данная статья посвящена разработке автоматизированной системе «AVN Schedule» для составления расписания занятий в вузах. В статье приведена постановка задачи, требуемые ресурсы и параметры. Произведен обзор существующих автоматизированных систем составляющих расписание. (Система разработана при поддержке посольства Швейцарии в Кыргызской Республике).

Ключевые слова: автоматизация процессов, автоматизированные системы, расписание занятий, обучение, учебный план.

Сегодня автоматизация процессов управления деятельностью вуза, в условиях реформирования образования и организация обучения по принципам Болонского процесса безусловно, задача, требующая к себе внимания. В системе образования ставится акцент на организации учебного процесса на основе кредитных технологий, где каждый студент формирует свой индивидуальный учебный план. В связи с этим старые понятия как

составление расписания занятий относительно академических групп теряет свой смысл. Удачно составленное расписание в значительной степени определяет качество обучения, экономическую эффективность обучения, комфортность учебы студентов и работы профессорско-преподавательского состава.

На сегодняшний день существует ряд программ реализующих технологию электронного расписания для учебных заведений. Российский рынок производителей в основном делает упор на традиционной системе образования а продукты зарубежных производителей направлены как раз на новую кредитную технологию. Проанализировав все стороны данных разработок, можно сказать, что существующие программные продукты не может параллельно вести разные технологии в обучение. Параллельное использование двух продуктов не эффективно, так как, для формирования расписания учебных занятий необходимы значительные затраты времени и материальных ресурсов это связано с обработкой многочисленных первичных параметров такие как учебные планы, контингент студентов, расчет и распределение нагрузки преподавателей.

Одним из методов решения этой проблемы является разработка универсального программного продукта который параллельно может учитывать моменты составления расписаний и по традиционной и по новой кредитной технологии интегрирующиеся в корпоративные информационные системы вузов.

В связи с этим, была разработана автоматизированная система составления расписания в вузах «AVN Schedule» позволяющее учитывать множество требований и условий, предъявляемых к расписанию.

Программа "AVN Schedule" предназначена для автоматизации учебного планирования и составления расписания всего университета и отдельных подразделений профессиональных и высших учебных заведений, в учреждениях дополнительного образования, повышения квалификации и переподготовки специалистов (рис.1).

Неделя	День	Дисциплина	Время	Вид занятий	Аудитория
Осенний семестр (80 записей)					
Кафедра физики, математики и компьютерных технологий (80 записей)					
Группа - ВСО-1-14, ВСО-2-14 (35 записей)					
1(ч)	Вт/ч	Информатика {3}	7:30-9:05	Лекционный	Лекц. зал общ. №1
2(с)	Вт/ч	Информатика {3}	7:30-9:05	Лекционный	Лекц. зал общ. №1
2(с)	Вт/ч	Информатика {3}	12:15-14:35	Практический	Информатика 1
3(ч)	Вт/ч	Информатика {3}	7:30-9:05	Лекционный	Лекц. зал общ. №1
4(с)	Вт/ч	Информатика {3}	7:30-9:05	Лекционный	Лекц. зал общ. №1
4(с)	Вт/ч	Информатика {3}	12:15-14:35	Практический	Информатика 1

Рисунок 1 - Интерфейс ввода данных программы AVN Schedule

«AVN Schedule» предоставляет возможность:

1. Подготовить данные о периоде обучения, с учетом специфики организации учебной деятельности конкретного образовательного учреждения на основе:

- задания учебного года;
- разбиения учебного года на периоды учебного планирования;
- задания учебных периодов в рамках одного периода учебного планирования с целью детализации сроков преподавания учебных курсов, обучения учебных групп и работы преподавателей;
- автоматического формирования списка недель, приходящихся на выбранный период учебного планирования с указанием признака четности/нечетности и количества рабочих дней.

2. Планировать учебную деятельность всего учебного заведения или отдельных подразделений (факультетов, отделений, кафедр и т.п.), используя:

- организацию и задание структуры уровней обучения с возможностью дифференциации их на подуровни;
- формирование списка учебных курсов (предметов, дисциплин, тем и т.п.) с указанием сроков их преподавания и возможностью просмотра информации об учебных неделях, входящих в заданный отрезок времени;

- создание списка учебных групп с указанием численности, специализации и уровня обучения;
- деление учебных групп на необходимое количество подгрупп в рамках выбранного учебного курса;
- задание идентичных подгрупп в рамках одной группы по нескольким учебным курсам;
- создание поточных объединений групп/подгрупп по выбранному учебному курсу;
- задание нагрузки учебным группам/подгруппам на весь период учебного планирования;
- формирование списка преподавателей;
- распределение часов учебного курса в рамках учебной группы/подгруппы по нескольким преподавателям на различные отрезки времени в границах заданного периода учебного планирования;
- автоматическое планирование нагрузки преподавателя на заданную последовательность недель с возможностью ручного редактирования.

3. Задать графики работы преподавателей, обучающихся и кабинетов на основе:

- назначения конкретных нерабочих часов и дней для преподавателей, учебных групп и кабинетов;
- задания максимально возможного количества рабочих дней преподавателя для каждой недели текущего периода учебного планирования;
- автоматического копирования графика работы выбранного преподавателя/группы/кабинета с одной недели на заданную последовательность недель.

4. Создать методически выдержанное расписание учебных занятий на основе:

- понедельного планирования занятий конкретного преподавателя непосредственно при составлении расписания;
- назначения занятий преподавателям в режиме выбранной группы на текущую неделю;
- возможности копирования расписания выбранного преподавателя или учебной группы с текущей недели на заданную последовательность недель в рамках учебного периода;
- использования эффективного алгоритма "Предварительного расчета" при составлении "черновых" вариантов расписания;
- применения интерактивного "Автоматического расчета" для составления "окончательного варианта" расписания на текущую неделю для любого количества учебных групп, с возможностями дальнейшего ручного редактирования;

- назначения кабинетов (аудиторий) для проведения занятий с учетом их расположения, вместимости и численности учебных групп.

На основе имеющейся информации программа "AVN Schedule" позволяет формировать все необходимые отчетные формы с возможностью их настройки по многочисленным параметрам.

ВСО-1-14 за 2014-15 год. 1-неделя.					
День недели	Время	Аудитория	Дисциплина	Вид занятия	Кафедра
Понедельник/ч	7:30-9:05	Каф. Норм анатом	Нормальная анатомия	Лекционный	Кафедра нормальной и топографической анатомии
	10:00-11:35	Латинский язык 1	Латинский язык	Практика	Кафедра иностранных и латинского языков
	12:15-13:50	Физиология 1	Нормальная физиология	Практика	Кафедра фундаментальной и клинической физиологии им. С.Б. Даниярова
	14:30-16:05	Физ воспит 2	Физическая культура	Практика	Кафедра физического воспитания
Вторник/ч	7:30-9:05	Лекц. зал общ. №1	Информатика	Лекционный	Кафедра физики, математики и компьютерных технологий
	10:00-11:35	Кыргызский язык 1	Кыргызский язык	Практический	Кафедра кыргызского и русского языков
	14:30-16:05	СД 1	Первая до врачебная помощь	Практический	Кафедра сестринского дела
Среда/ч	7:30-9:05	Каф. химия	Химия	Лекционный	Кафедра общей и биорганической химии
	10:00-11:35	Физика 1	Математика	Практика	Кафедра физики, математики и компьютерных технологий
	12:15-13:50	Каф. химия	Химия	Лекционный	Кафедра общей и биорганической химии
Четверг/ч	7:30-9:05	Кыргызский язык 1	Кыргызский язык	Практика	Кафедра кыргызского и русского языков
	10:00-11:35	Физ воспит 2	Физическая культура	Практика	Кафедра физического воспитания
	12:15-13:50	Иностранный язык 1	Иностранный язык	Практика	Кафедра иностранных и латинского языков
	14:30-16:05	Латинский язык 1	Латинский язык	Практика	Кафедра иностранных и латинского языков

Рисунок 2 - Сформированный отчет расписание группы.

В результате составления расписания занятия располагаются в определённой последовательности. С учётом сдвоенности часов занятий в вузах, планируемые дисциплины по видам занятий (лекционным, лабораторным, практическим) будем выражать в условных единицах - парах занятий. Учебные занятия планируются по предварительно собранной информации об условиях составления расписания – ресурсах, которые необходимы для успешного проведения этих занятий, и ограничениях. В числе ресурсов: списки групп, преподавателей и аудиторий. Ограничения делятся на несколько классов: 1) задаваемые нормами проведения занятий (условиями деления групп на подгруппы, физической вместимостью аудиторий, допустимой продолжительностью занятий), 2) обусловленные графиком проведения занятий (числом задействованных дней недели, рациональной последовательностью планирования различных дисциплин и видов занятий), 3) задаваемые логическими условиями (закреплением каждой аудитории за предметами и преподавателями, предназначением аудиторий для проведения

определённых видов занятий, занятостью преподавателей согласно картам поручений преподавателей, доступностью аудиторий, пожеланиями преподавателей согласно сведениям к составлению расписания).

Программный продукт "AVN Schedule", разработан на объектно-ориентированных языках программирования C# и Delphi с использованием базы данных MsSQL 2008 R2, а отчеты созданы в ReportServer MS VisualStudio 2008 (рис.2).

Разработанная система составления расписания учебных занятий в вузах апробируется в трех ведущих вузах Кыргызской Республики, такие как КГМА, ОшТУ и ОшГУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саитов. Н.Ж. Проблемы составления расписания занятий вузах при организации учебного процесса основанных на кредитных технологиях [Текст] /Н.Ж.Саитов // Изв. КГТУ. – 2013. - № 29. — С. 256-259.
2. Саитов, Н.Ж. Организация регистрации студентов на дисциплины в системе непрерывного образования [Текст] /Н.Ж.Саитов // Интернет журн. ВАК Кырг. Респ. - 2011. – 340 с.
3. Саитов, Н.Ж. Структура автоматизированной системы управления вуза [Текст] /Н.Ж.Саитов, Б.Э.Таштобаева //Наука и новые технологии. – 2007. - № 1/2. — С.95 - 97.
4. Информационная система «Оптимизация учебного плана вуза». Свид. об отрасл. рег. разработки № 11934. // Засухина О.А., Истомин А.Л. Зарег. 16.12.2008. – 12 с.
5. Костюк В.И., Мартинес Х.О., Зорин В.В. Использование алгоритмов последовательной обработки для составления расписаний / Вопросы создания АСУ ВУЗ. М.: НИИВШ, 1976. - С.3-5.
6. Проектирование базы данных "Расписание" методом "Сущность-Связь" Текст. / О.Н. Воробович // Материалы межвузовской научной конференции / Под редакцией Ю.А.Шитова; ИПЦ КГТУ. Красноярск, 2002.- С.33-37.

ЖОО-ДА САБАҚ КЕСТЕСІН ҚҰРАСТЫРУ ҮШІН «AVN SCHEDULE» АВТОМАТТЫ ЖҮЙЕНІ ҚҰРАСТЫРУ

Осы мақалада жоо-да сабақ кестесін құрастыру үшін «AVN schedule» автоматты жүйені құрастыру жолы көрсетілген. Мақалада есептер, тиісті қорлар және параметрлер қойылу келтірген. Қазіргі автоматты жүйелердің бар болуын сипаттаған. (Осы жүйе Қырғаз Республикада Швейцария елілік қолдаумен жасаған)

Түйін сөздер: процестерді автоматтандыру, автоматтырылған жүйе, сабақ кестесі, оқуы, оқу жоспар.

DEVELOPMENT OF AUTOMATED SYSTEMS «AVN SCHEDULE» FOR STUDIES IN HIGHER EDUCATION

This article is devoted to the development of an automated system «AVN Sshedule" to schedule classes in university. The article describes the formulation of the problem, the required resources and settings. By reviewing the existing automated systems to schedule. (The system was developed with the support of the Swiss Embassy in the Kyrgyz Republic)

Keywords: process automation, automated systems, training schedule, training curriculum.

УДК 004.031.2

СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Н.Ж.Саитов¹, А.С. Шабыралиева²,

кандидат технических наук¹, аспирант²,

***Кыргызский государственный технический университет
им. И.Раззакова (Кыргызстан)***

*Положительные рецензии даны д.т.н. Кушнир В.Г.
и к.т.н. Хасеновым У.Б.*

В статье описывается подсистема AVN для оценки знаний студентов с применением многовариантного усложненного алгоритма подсчета баллов. Предложенная авторами система оценки знаний (AVN тест) обеспечивает организацию и сопровождения деятельности оценки остаточных знаний студентов на всех этапах учебного графика, начиная от модульных точек контролей до подведения итогового контроля во время сессии, а также взаимодействует со всеми подсистемами учебного заведения. (Система разработана при поддержке посольства Швейцарии в Кыргызской Республике).

Ключевые слова: оценка знаний, тестирование, подсчет баллов, контроль, учебный процесс, AVN тест.

Оценка знаний является неотъемлемой частью учебного процесса. Формы, методы и технологии оценки могут быть различны и во многом зависят от специфики изучаемой дисциплины. В мировой практике наиболее широкое распространение при оценки знаний получило тестирование. Под тестом понимают систему коротких, взаимосвязанных между собой общей логикой заданий, которая позволяет качественно и эффективно измерить уровень и структуру подготовленности испытуемых.

Тестирование более эффективно с экономической точки зрения. Основные затраты приходятся на разработку теста, т. е. имеют разовый характер. Затраты же на проведение теста значительно ниже, чем при письменном или устном контроле и значительно сокращает время проведения контроля знаний (на получение результата тестирования

тратится примерно в 4 раза меньше времени, чем на проведение традиционного экзамена).

Использование вычислительной техники и программных средств в проведении тестового контроля знаний еще более подняло эффективность тестирования. Компьютерное тестирование знаний позволило получить оценку уровня учебных достижений (знаний, интеллектуальных умений и практических навыков), независимую от субъективного мнения экзаменатора.

Среди существующих систем самым распространенным видом тестирования является многовариантные тесты, в которых среди предлагаемых ответов на вопрос приведено несколько неверных и единственный верный ответ. Эти системы имеют ряд недостатков, такие как, случайный выбор правильного ответа, сложности анализа для дальнейшего принятия решений. В то же время, существуют и другие виды тестовых заданий: с выбором нескольких правильных ответов, на установление соответствия, правильной последовательности, открытого типа и др. (так называемые многовариантные тестовые задания), которые имеют ряд преимуществ: они уменьшают вероятность случайного выбора всех правильных ответов, позволяют сократить число тестовых заданий при диагностике того же объема контролируемых знаний. Однако они не получили широкого распространения в учебном процессе ввиду недостаточной разработанности технологии их конструирования и оценивания получаемых при их использовании результатов тестирования. Именно решению проблем по организации тестирования с таким подходом на примере подсистемы "AVN"-тест посвящена данная статья.

С 2003 года на базе КГТУ делается значительный объем работ по созданию информационной системы на основу который заложен принцип комплексной автоматизации всех отделов и процессов в образовательной деятельности вуза. Ядром внедряемой информационной системы является система управления учебным процессом вуза "AVN".

Разработанная система управления учебным процессом включая подсистему тестирования призвана для достижения следующих целей:

- Оптимизировать все основные процессы управления образовательными услугами;
- Повысить качество и снизить трудоемкость работы персонала, участвующего в организации и обеспечении учебного процесса;
- Предоставить студенту максимальную возможность самостоятельной работы с учебным материалом и самоконтроля получаемых знаний с применением современных информационных технологий;
- Обеспечить руководство и ответственных лиц учебного учреждения своевременной и качественной информацией.

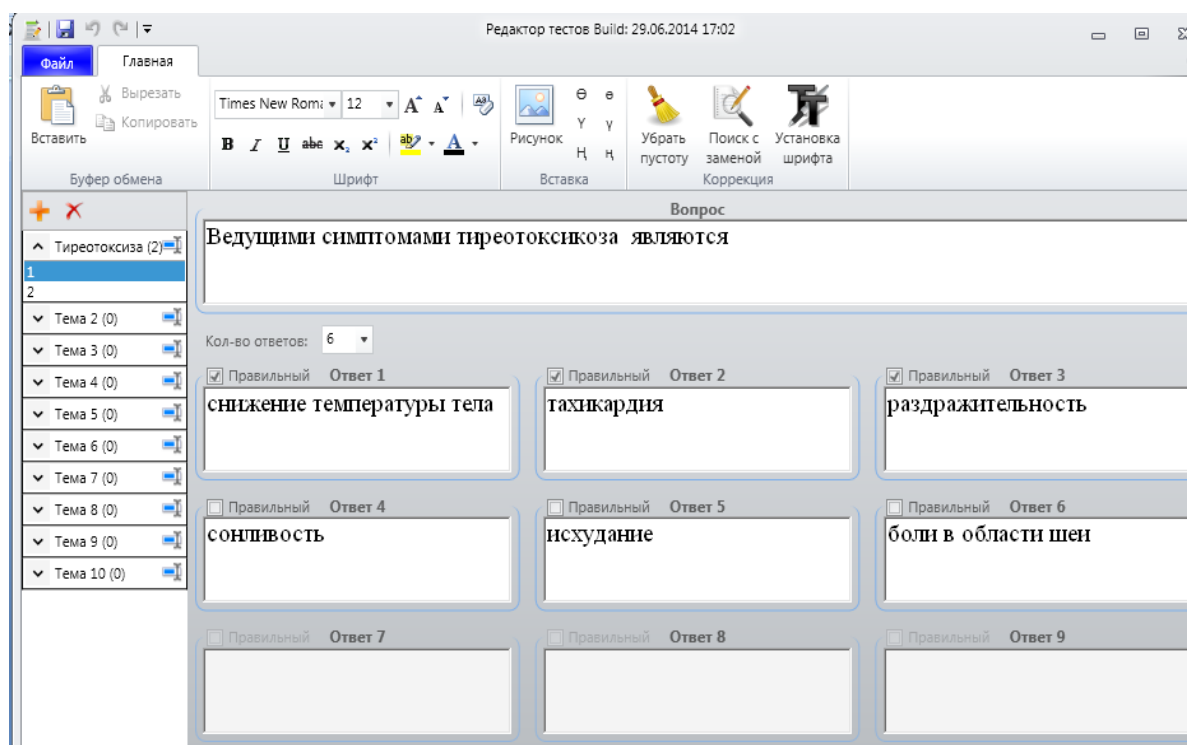


Рисунок 1. Редактор тестов

Система оценки знаний AVN тест - обеспечивает организацию и сопровождения деятельности оценки остаточных знаний студентов на всех этапах учебного графика, начиная от модульных точек контролей до подведения итогового контроля во время сессии, а также взаимодействует со всеми подсистемами учебного заведения.

На основе “AVN”- тест можно провести тестирование как на компьютерах, так и на бумажных бланках, автоматически сформированных программой.

На рис.1. показан фрагмент программы для подготовки тестовых материалов взаимосвязанный с другими подсистемами ИС “AVN” и обеспечивающий использования текстового, графического и мультимедийного формата.

Факультет:	ТФ	
Группа:	ИКТ(б)-1-13	
ФИО:	Акматалиева Айнура Акматалиевна	
Дисциплина:	Химия	

Вопрос №1 (Тиреотоксиза):
Ведущими симптомами тиреотоксикоза являются

☒ Ответ 1: тахикардия	☒ Ответ 2: раздражительность	☐ Ответ 3: боли в области шеи
☐ Ответ 4: сонливость	☐ Ответ 5: исхудание	☒ Ответ 6: снижение температуры тела

« 1 из 4 »

00:29:39 Завершить

Рисунок 2. Web форма тестирования

“AVN”-тест работает на основе развитого пользовательского интерфейса, реализации интерактивного режима работы пользователя с выполнением необходимых проверок непосредственно в процессе ввода данных в базу. ИС AVN предоставляет единый WEB интерфейс доступа к данным и позволяет оперативно обслуживать при массовом тестировании.

Студенты имеют возможность просмотреть все предлагаемые им задачи и определить порядок их решения по своему усмотрению рис. 2. По мере решения задач каждый студент вводит свои ответы в систему путём выделения правильного, по их мнению, ответа из набора вариантов (множественный выбор). По окончании теста система информирует каждого студента о количестве набранных баллов рис.3.

Факультет:	ТФ	
Группа:	ИКТ(б)-1-13	
ФИО:	Акматалиева Айнур Акматалиевна	
Дисциплина:	Химия	

Балл: 1,97

Методика подсчета баллов(только для проверки)

Обозначения:

- А – кол-во вариантов ответа
- В – кол-во правильных ответов
- С – кол-во не правильных ответов
- D – балл за абсолютно правильный ответ
- E – стоимость не правильного ответа
- B1 – количество указанных студентом правильных ответов
- C1 – количество указанных студентом не правильных ответов
- F – итоговый балл за 1 вопрос

Способ подсчета баллов: $C=A-B$; $D=1/B$; $E=1/C$; $F=B1 \cdot D - C1 \cdot E$

Ответы:

Вопрос:1	A=6	B=3	C=3	D=0,3333333333333333	E=0,33	B1=3	C1=0	F=1
Вопрос:2	A=4	B=1	C=3	D=1	E=0,33	B1=1	C1=0	F=1
Вопрос:3	A=5	B=0	C=5	D=0	E=0,2	B1=0	C1=1	F=-0,2
Вопрос:4	A=5	B=3	C=2	D=0,3333333333333333	E=0,5	B1=2	C1=1	F=0,17

Рисунок 3. Результаты тестирования

После тестирования программа мониторинга на сервере закрывается и запускается программа-журнал, с помощью которой можно просмотреть, каковы результаты тестирования каждого студента, сколько баллов он набрал, как отвечал на те или иные вопросы. Вся информация о данном сеансе тестирования может быть распечатана и передана преподавателю (на кафедру) для анализа и выставления оценок.

№ варианта 185709 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3 3 3 4 4 4 4 4 4 5 5 5 5 5 5 6 6 6 6 6 6 7 7 7 7 7 7 8 8 8 8 8 8 9 9 9 9 9 9 005973 № студента 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3 3 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Рисунок 4. Фрагмент бланка ответов

В системе предусмотрено бланочное тестирования для массового обслуживания рис. 4.

Методика подсчета баллов

Обозначения

A - кол-во вариантов ответа

B – кол-во правильных ответов

C – кол-во не правильных ответов

D – балл за абсолютно правильный ответ

E – стоимость не правильного ответа

B₁ – количество указанных студентом правильных ответов

C₁ - количество указанных студентом не правильных ответов

F - итоговый балл за 1 вопрос

Способ подсчета баллов

$$C = A - B; \quad D = 1/B; \quad E = 1/C; \quad F = B_1 \bullet D - C_1 \bullet E$$

Пример:

Был задан следующий вопрос:

Ведущими симптомами тиреотоксикоза являются:

- а) снижение температуры тела
- б) тахикардия
- в) раздражительность
- г) сонливость
- д) исхудание
- у) боли в области шеи
- ж) нарушение менструального цикла
- з) увеличение щитовидной железы

Правильные ответы: б в д з

Ответ студента а б в г д

Количество вариантов ответов – 8

Количество правильных ответов – 4

Количество не правильных ответов $C = A - B = 8 - 4 = 4$

Балл за абсолютно правильный ответ $D = 1/B = 1/4 = 0.25$

Стоимость не правильного ответа $E = 1/C = 1/4 = 0.25$

Количество указанных студентом правильных ответов $B_1 = 3$

Количество указанных студентом не правильных ответов $C_1 = 2$

Итоговый балл за 1 вопрос $F = B_1 \bullet D - C_1 \bullet E = 3 \bullet 0.25 -$

$$2 \bullet 0.25 = 0.25 \approx 0.3$$

Выводы. В результате использования подсистемы тестирования “AVN”-тест:

– дублирования между отделами и процессами сокращается на 100%.

- производительность труда преподавателя во время контрольных мероприятий возрастает в 8-10 раз.
- исключается субъективность при оценке знаний.
- возможно использование тестирования как входного контроля перед экзаменом.
- созданный банк тестовых заданий можно использоваться повторно.
- результаты тестирования могут быть использованы при анализе успеваемости и качества тестовых заданий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саитов, Н.Ж. Разработка автоматизированной системы управления учебным процессом вуза [Текст] /Н.Ж.Саитов, Ж.И.Батырканов // Изв. КГТУ. – 2009. - № 19. — С.115 - 118.
2. Конопко Е .А. Использование компьютерного тестирования в процессе профессиональной подготовки бакалавров в вузе : диссертация ... кандидата педагогических наук : 13.00.08 Ставрополь, 2007 190 с., Библиогр.: с. 139-159 РГБ ОД, 61:07-13/2557.
3. Ларсон Б. Разработка бизнес - аналитики в Microsoft SQL Server 2005. – Санкт Петербург, 2008. – 684 с.
4. Зайцев А.С. Емельянов В.Ю., Воронин И.В. Автоматизация как основа оптимального планирования учебного процесса университета // Мехатроника, автоматизация, управление – 2007 №5. С. 45-48.
5. Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Информационная среда как инструмент управления вузом: Институциональный менеджмент в вузах: Хрестоматия. – Екатеринбург, 2006. – 440 с.

СТУДЕНТТЕРДІҢ БІЛІМДІ БАҒАЛАУ ЖҮЙЕСІ

Мақалада баллдардан есептеуден көп вариантты күрделендірған алгоритмнен қолданумен студенттер білімдер баға AVN үшін жүйесі көрсетілген. (AVN тест) білімдердің бағалары жүйесі авторлармен ұсынған оқу кестелеріне барлық кезеңдерінде студенттердің қалдық білімдердің бағалар қызметтері ұйымды және бақылап отыруларды қамтамасыз етіп жатыр. (Осы жүйе Қырғаз Республикада Швейцария елілік қолдаумен жасаған)

Түйін сөздер:білімді бағалау, тестілеу, баллдарды санау, бақылау, оқу процесі, AVN тест.

ASSESSING SYSTEM OF STUDENT LEARNING

This article describes a system for AVN assessing students using multivariate complicated scoring algorithm. Proposed by the authors Testing System (AVN test) provides the organization and support of activities for residual knowledge of the students at all stages of the training schedule, ranging from modular control points before summarizing total control during the

session, and interacts with all the subsystems of the school. (The system was developed with the support of the Swiss Embassy in the Kyrgyz Republic)

Keywords: knowledge, testing, scoring, monitoring, training profess, AVN test.

УДК 550.367

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ - ОСНОВНОЙ ИСТОЧНИК «ЗЕЛЕННОЙ» ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ КАЗАХСТАНА

Е.К.Сапанов¹, Ю.В. Классен², О.А. Ростиславов³, Т.Н. Чаузова³

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Костанайский социально-технический университет
им. академика З.Алдамжар¹,
кандидат технических наук, доцент²,
старший преподаватель³, Костанайский инженерно-экономический
университет им. М.Дулатова (Казахстан)

*Положительные рецензии даны д.т.н. Курмановым А.К.
и к.т.н. Кудубаевой С.А.*

Развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в Казахстане главная задача подготовки страны к ЕХРО-2017. Наиболее перспективные ВИЭ в Республики Казахстан: ветроэнергетика; малые гидроэлектростанции; солнечные установки для производства тепловой и электрической энергии; биогазовые установки.

Ключевые слова: *Возобновляемые источники энергии, ЛЭП, альтернативные источники, источник электрической энергии, солнечные фотоэлектрические панели, ветроэлектрическая установкаю.*

Развитие науки и техники, а главное самосознание человечества сегодня достигли уровня, когда получение энергии определяются не только экономической целесообразностью, а также рядом других факторов, наиболее значимыми из которых являются: экологический, социальный и факторы, связанные с перспективой развития человечества и энергетической безопасностью. В таком контексте повышенный интерес к использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) очевиден, даже, несмотря на более высокую стоимость по сравнению с традиционной энергетикой на сегодняшний день. При этом они имеют существенные преимущества с точки зрения экологии и социальной значимости. Существенное развитие возобновляемые источники энергии получили в странах с ограниченной ресурсной базой, чья энергетическая безопасность напрямую зависит от поставок энергоносителей (в первую очередь нефти и газа) из других стран.

В настоящее время Казахстан обладает достаточным количеством энергоресурсов. И казалось бы имея такие запасы населению нечем

беспокоиться. Однако, согласно подсчетам специалистов, имеющихся ресурсов, хватит приблизительно лет на 100-150. А кто-то считает, что и этого времени нет. И напрашивается вопрос: «А что же мы оставим нашим детям? И как будут жить следующее поколение?»

Правительство Республики Казахстан намеревается значительно увеличить долю электроэнергии, вырабатываемой из возобновляемых источников энергии. В соответствии с Национальной программой по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на период с 2010 по 2014 год, доля потребления электроэнергии, производимой от возобновляемых источников энергии должна превысить 1% к 2015 году. И в соответствии с национальными программами для перехода к устойчивому развитию, предусмотрено увеличение доли возобновляемых источников энергии в энергетическом балансе Казахстана до 5 процентов к 2024 году.

Закон о ВИЭ был подписан Президентом Республики Казахстан Нурсултаном Назарбаевым 4 июля 2009 года.

Для территории Казахстана наиболее перспективны следующие виды возобновляемых источников энергии: ветроэнергетика; малые гидроэлектростанции; солнечные установки для производства тепловой и электрической энергии; биогазовые установки.

Способы получения электричества и тепла из солнечного излучения:

- фотовольтаика - получение электроэнергии с помощью фотоэлементов;

- гелиотермальная энергетика - нагревание поверхности, поглощающей солнечные лучи, и последующее распределение и использование тепла (фокусирование солнечного излучения на сосуде с водой для последующего использования нагретой воды в отоплении или в паровых электрогенераторах).

Фотоэлементы заводского производства имеют определенную номинальную мощность, выраженную в ваттах пиковой мощности (Втп). Это показатель их максимальной мощности в стандартных условиях испытаний, когда солнечная радиация близка к своему максимальному значению в 1000 Вт/м^2 , а температура поверхности фотоэлемента 25°C . На практике же фотоэлементам редко приходится работать в таких условиях.

Несмотря на северную широту географического расположения Казахстана, ресурсы солнечной энергии в стране являются стабильными и приемлемыми, благодаря благоприятным климатическим условиям.

По итогам исследований (МИНТ РК) потенциал солнечной энергии в южных районах страны достигает 2500 – 3000 солнечных часов в год и составляет 1,3-1,8 млрд. кВт·час на 1 кв. м в год. [2]

Площадь Казахстана, доступная для установки фотоэлектрических преобразователей или гелионагревателей составляет не менее 50 % от общей площади ($2\,724\,902 \text{ км}^2$), потенциал энергии солнца может составлять $1700 \text{ ТВт}\cdot\text{час}$ за год.

С учетом того, что КПД фотоэлектрических панелей не превышает 30%, можно оценить технический потенциал гелиоэнергетики в 500 ТВт·час за год.

Стоимость энергии, полученной из солнечной батареи, ежегодно снижается. Так, за 2011 год она уменьшилась на 50%, с 2008 года падение цены составило 75%. В 2011 году стоимость 1 Ватта солнечной электроэнергии впервые упала ниже 1 доллара.

Методика расчета энергоокупаемости солнечных энергостанций достаточно проста и исходит из трех основных факторов: энергозатраты на производство солнечного элемента (EC), эффективность преобразования солнечной энергии (η) и среднегодовая мощность излучения в регионе, в котором предполагается размещение солнечного элемента (SP):

$$EP = EC/(\eta \cdot SP) \quad (1)$$

Например, солнечный элемент на основе поликристаллического кремния требует 600 кВт·час на производство 1 м² площади солнечного модуля. При эффективности в 12% и среднегодовой мощности солнечного излучения в 1700 кВт·час энергоокупаемость модуля составляет менее 4 лет. С учетом темпов роста эффективности фотопреобразования и оптимизации производства можно ожидать, что до 2020 года энергоокупаемость поликристаллических солнечных элементов снизится вдвое.

Тонкопленочные элементы (10% мирового рынка в 2011 году) используют очень небольшие объемы полупроводникового материала, поэтому наиболее энергозатратными процессами оказываются производство подложки (120 кВт·час на 1 м²) и монтаж элементов в модули (также 120 кВт·час на 1 м²). Эффективность тонкопленочного кремниевого элемента составляет примерно 6%. В результате, энергозатраты на производство такого элемента окупаются в течение 3 лет, а более эффективные ($\eta = 9-12\%$) тонкопленочные модули на основе теллурида кадмия (CdTe) и диселенида индия-меди (CIGS) могут достичь энергоокупаемости менее чем за год.

Таким образом, солнечные элементы окупают вложенную в них энергию уже за 2-4 года после ввода их в эксплуатацию, а в последующие 25-30 лет они будут снабжать потребителей экологически безопасной электроэнергией. За свой срок службы солнечная электростанция, обеспечивающая энергией небольшой дом, предотвратит выбросы более чем 100 тонн углекислого газа и тонны оксидов серы и азота.

Ветроэнергетический потенциал Казахстана экспертами ПР ООН оценивается в 0,929 - 1,82 млрд. кВт·час в год. Исследования, проведенные в рамках проекта Программы развития ООН по ветроэнергетике, показывают наличие в ряде районов Казахстана общей площадью около 50 тыс. кв. км среднегодовой скорости ветра более 6 м/с. Это делает их привлекательными для развития ветроэнергетики. Наиболее значительными являются ветроэнергетические ресурсы Жунгарского коридора (17 млрд. кВт·час на кв. м). [2]

Анализ карты ветропотенциала Казахстана показывает что, основные ветровые потоки на высоте 50-70 метров составляют от 4 до 5 м/с. Эксперты ПРООН расчеты по потенциалу и определение перспективных площадок вели с использованием европейского опыта, где основными источниками служат мощные прибрежные ветрогенераторы с горизонтальной осью вращения, рассчитанные на скорости ветра 5-12 м/с. Для Казахстана это не самый хороший пример, о чем можно судить по нижеследующим аргументам.

Лопастной ветрогенератор (с горизонтальной осью вращения) начинает производить ток при ветре 3 м/с и отключается при ветре более 25 м/с. Максимальная мощность достигается при ветре 15 м/с. Отдаваемая мощность пропорциональна третьей степени скорости ветра: при увеличении ветра вдвое, от 5 м/с до 10 м/с, мощность увеличивается в восемь раз.

Предприятиями Казахстана и Российской Федерации совместно разрабатываются, изготавливаются и вводятся в эксплуатацию комплексные энергетические системы КЭС с основой на ветровой роторной турбине (ВРТБ) модельного ряда 2, 5, 10, 20 кВт. Они комплектуются солнечными преобразователями и аккумуляторами, интеллектуальными зарядными устройствами и средствами защиты по требованиям автономного объекта, обеспечивая надёжную подачу энергии потребителям.

Ветровые генераторы в процессе эксплуатации не потребляют ископаемого топлива. Работа ветрогенератора мощностью 1 МВт за 20 лет позволяет сэкономить 29 тыс. тонн угля или 92 тыс. баррелей нефти.

При реализации проектов в области использования возобновляемых источников энергии в Казахстане к 2020 году планируется ввести в эксплуатацию 31 объект ВИЭ суммарной установленной мощностью 1040 МВт, включая:

- 13 ВЭС – 793 МВт;
- 14 ГЭС – 170 МВт;
- 4 СЭС – 77 МВт.

Мировой опыт освоения ресурсов ВИЭ показывает, что использование только одного вида ВИЭ в системах энергоснабжения автономных потребителей не всегда позволяет обеспечить надежное и бесперебойное энергоснабжение из-за физических особенностей самих ВИЭ. Как правило, энергообеспечение автономного потребителя за счет ВИЭ стараются обеспечить путем комбинации разных видов первичной и вторичной энергии в так называемых энергокомплексах (ЭК). В их состав, обычно, входят как энергоустановки на базе ВИЭ, так и дизельные (бензиновые) энергоустановки (ДЭУ, БЭУ), а также разного вида системы аккумуляции энергии. Крайне усложняется сама система проектирования параметров и режимов ЭК на базе ВИЭ, что требует применения очень развитого информационного, математического и программного обеспечения. Для решения задачи финансово-экономического обоснования проектируемых ЭК в условиях Казахстана, где рыночные отношения находятся только на стадии своего становления и имеется очень много случайных и неопределенных, по своей сути факторов, которые влияют на эффективность самих ЭК на базе ВИЭ. Весьма сложной; но весьма актуальной задачей становится проблема

создания современного специального математического обеспечения по обоснованию проектов ЭК на базе ВИЭ работающих в системах энергоснабжения автономных потребителей. [1]

Актуальность: Актуальность базируется на истощаемости природных ресурсов, при этом регион обладает большим потенциалом солнечной и ветровой энергии. Отдаленность потребителей при постоянно меняющейся инфраструктуре населенных пунктов, делает применение автономных энергосистем на базе возобновляемых источников энергии очевидной.

Вывод. Автономный энергетический комплекс должен обеспечить надежное электро- и теплоснабжение потребителя при комбинации разных видов первичной и вторичной энергии. В Казахстане, а особенно в Костанайской области не используются, можно сказать даже отсутствуют автономные энергосистемы на базе возобновляемых источников энергии. Хотя есть такие населенные пункты, где отсутствует подача электроэнергии, и проводить линию электропередач для нескольких домов невыгодно и нецелесообразно. Так же с ежегодным ростом цен на электроэнергию следует подумать стоит ли платить, если можно питаться автономно и независимо

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорошин А.Н. Исследование эффективности использования комбинированных энергокомплексов на основе возобновляемых источников энергии. Диссертация к.т.н., Москва, 2011. - 120с.
2. Антонов А.Б. Зеленая энергетика Казахстана в 21 веке: мифы, реальность и перспективы. Алматы, 2014. С. 46.
3. Шкрадюк И.Э. Тенденции развития возобновляемых источников энергии в России и мире. М.: WWF России, 2010. С.88.
4. Тлеуов А.Х. Нетрадиционные источники энергии: Учебное пособие. - Астана: Фолиант, 2009. - 248 с.
5. [Электрон. ресурс]. - URL: <http://www.windenergy.kz>.

ЖАҢАРТЫЛҒАН ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІ- ҚАЗАҚСТАНДА «ЖАСЫЛ» ЭЛЕКТРЭНЕРГЕТИКАНЫҢ НЕГІЗГІ КӨЗІ

Қазақстан елінің дайындығының басты мақсаты EXPO – 2017 қайраттың жаңартылмалы бастауының (ЖҚБ) дамуы. Ең перспективалы ЖҚБ Қазақстан республикасында: желэнергетикасы; жас гидроэлектростанциялар; жайма-шуақ қондырғылар жылы және электр қайраттың өндірісі үшін; биогазды қондырғылар.

Түйін сөздер: жаңартылған энергия көздері, СЭЖ, альтернативті көздер, электр энергетиканың көздері, күн фотоэлектрлік панелдер, жел электрлік қондырғы.

RENEWABLE SOURCES OF ENERGY - THE MAIN SOURCE OF "GREEN" ELECTRICITY IN KAZAKHSTAN

Development of proceeded in energy(DPE) sources in Kazakhstan main task of preparation of country to EXPO - 2017. Most perspective (DPE) in Republics of Kazakhstan : ветроэнергетика; small hydroelectric power

stations; sunny options for the production of thermal and electric energy; biogas options.

Keywords: Renewable energy, transmission lines, alternative sources, a source of electrical energy, solar photovoltaic panels, wind power installation.

УДК 004.031.3

ОПТИМАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАРЬЕРНЫМ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Б.А. Сулейменов¹, В.Войцик², Порубов Д.А.³,

доктор технических наук, профессор, Казахский национальный
технический университет имени К.И. Сатпаева¹,

Люблинский политехнический университет (Польша)²,

докторант PhD, Казахский национальный технический университет имени
К.И. Сатпаева³ (Казахстан)

*Положительные рецензии даны д.т.н. Ахметовым И.С.
и к.т.н. Бутко В.Н.*

Разработана система оптимального управления (СОУ) движением автомобиля. СОУ позволяет определить оптимальный режим работы автотранспорта по составному критерию оптимальности – расходу топлива и скорости движения. Оптимизация осуществляется по следующим параметрам: частота вращения коленчатого вала двигателя, угол опережения подачи топлива (впрыска топлива), вес автомобиля, дорожные условия, передаточные числа коробки переключения передач (КПП). Это позволяет снизить расход топлива и выброс вредных веществ в атмосферу. СОУ позволяет водителю сосредоточиться непосредственно на процессе управления движением автомобиля, автоматически выбирая скоростной режим на участке маршрута, что повысит безопасность движения транспорта.

Ключевые слова: карьерный транспорт, расход топлива, оптимальное управление, критерий оптимальности, управление автотранспортом, математическая модель.

Введение

Республика Казахстан по количеству и разнообразию минерально-сырьевых ресурсов занимает одно из ведущих мест в мире [1]. Горнодобывающая промышленность является одной из основных сфер вносящей существенный вклад в экономику страны, и обеспечивающую один из основных притоков валюты в государственную казну.

Согласно мировой тенденции увеличение объемов потребления сырьевых ресурсов активизирует проведение геологических исследований по их выявлению [2]. В 2012 году в целях развития геологической отрасли постановлением Правительства была одобрена Концепция развития геологической отрасли до 2030 года [3]. В настоящее время действует отраслевая Программа на 2010–2014 годы и начата разработка аналогичной Программы на 2015–2019 годы, которая будет нацелена на укрепление минерально-сырьевой базы за счет открытия новых месторождений полезных ископаемых и прироста запасов учитываемых объектов [4,5].

Проблемы автотранспорта горнодобывающей отрасли.

Открытый способ добычи полезных ископаемых подразумевает интенсивное использование большегрузной автомобильной техники – карьерных самосвалов. Нерациональность затрат на грузоперевозку в конечном итоге сказывается на себестоимости как сырья, так и готовой продукции [6,7,8].

В статье рассматривается разработка системы оптимального управления автомобилем. Целью является оптимальный расход топлива путем уменьшения влияния человеческого фактора.

Проводимые исследования в области повышения эффективности горнодобывающих предприятий.

На расход топлива в процессе движения автомобиля влияет человеческий фактор. Управляя автомобилем, водитель должен одновременно решать несколько задач. Например, при прохождении участка маршрута решается задача оптимального расхода топлива, минимума времени и соблюдении безопасности движения. По результатам исследований [9] выяснено, что одновременное решение нескольких задач представляет собой определенную сложность для водителя. Правильность принятия решений зависит от опыта, дорожной ситуации, возраста и т.д. [10,11] и не всегда приводит к оптимальному решению на всем протяжении маршрута.

В процессе движения автомобиля водитель то ускоряет его движение, то притормаживает, используя педаль подачи топлива и рычаг коробки переключения передач. Проводя эксперименты и анализируя разные стили вождения, создаются модели стратегии управления человеком (Modeling human control strategy, сокращенно – HCS). На основании моделей разрабатываются обучающие программы и тренажеры. Модели HCS, имитирующие динамическое поведение человека, как правило, выводятся эмпирически [12]. Они могут быть построены с применением нечеткой логики [13,14] или нейронных сетей [15,16,17].

Влияние стиля вождения на расход топлива проводилось в Брюссельском свободном университете (Vrije Universiteit Brussel, сокращенно – VUB. В процессе исследования применялась программа моделирования транспортного средства (vehicle simulation programm, сокращенно – VSP). Она позволяет проводить оценку индивидуальных

параметров автомобиля на выбросы и расход топлива во время движения [18]. В результате выяснено, что на расход топлива и снижение выбросов вредных веществ оказывает существенное влияние стиль вождения [19,20] и качество дорожного покрытия [21,22].

В результате можно сделать вывод, что на экономию топлива влияет стиль вождения, опыт, возраст, стратегия и др., т.е. человеческий фактор. Кроме этого, во многом от человеческого фактора зависит создание аварийных ситуаций, а также несчастные случаи на дорогах [11,23,24].

Одним из решений проблемы является применение круиз-контроля. Круиз-контроль позволяет при задании определенной скорости движения транспортного средства, поддерживать ее без участия человека [25]. В настоящее время внедряются системы адаптивного круиз-контроля, представляющие собой интеллектуальную систему (Autonomous intelligent cruise control (AICC)), осуществляющую автоматический контроль движения транспортного средства на безопасном расстоянии от других, при движении по своей полосе [26].

Другим вариантом управления автомобилем является разработка оптимальной системы по комплексному критерию расхода топлива и времени движения [27]. Используя данный подход, применяя имеющийся в автомобиле круиз-контроль с системой GPS, разработана оптимальная система управления автомобилем [28,29,30]. По имеющимся в базе данным о дорожных условиях (подъем и спуск) осуществляется прогнозирование скорости движения автомобиля. На основании расчета осуществляется выбор передачи, изменение частоты вращения и др., для оптимального изменения скоростного режима и оптимального расхода топлива.

Отличия от ранее проводимых исследований.

Так же, как и в ранее проводимых исследованиях, в разработанной системе оптимальное управление движением автомобиля осуществляется с учетом его веса, дорожных условий, переключения передач. Одно из отличий заключается в учете одного из основных параметров работы двигателя, влияющего на путевой расход топлива – удельный расход топлива. Его величина зависит от угла опережения подачи топлива и частоты вращения коленчатого вала двигателя. Измерение угла позволяет адаптировать оптимальную систему к конкретному двигателю. Значение угла опережения подачи топлива, а также частота вращения коленчатого вала двигателя определяется разработанным устройством (патент № 28362).

Цели и задачи исследования.

Целью работы является повышение эффективности работы автомобильного транспорта в горнодобывающей отрасли, вследствие снижения влияния человеческого фактора.

Задача исследования состоит в разработке автоматизированной системы управления карьерной техникой с применением комплексного критерия оптимальности по расходу топлива и скорости движения.

Метод

Важными проблемами в процессе эксплуатации карьерного транспорта являются [31,32]:

- нерациональность расхода топлива (до 40 % от всех затрат на материально-технические ресурсы);
- низкий коэффициент использования грузоподъемности и т.д.

В результате анализа можно сделать вывод о целесообразности внедрения автоматизированных средств. Их целью является улучшение показателей работоспособности карьерной техники [33,34].

Структура системы оптимального управления.

В процессе решения поставленной задачи разработана структурная схема системы оптимального управления (рисунок 1).

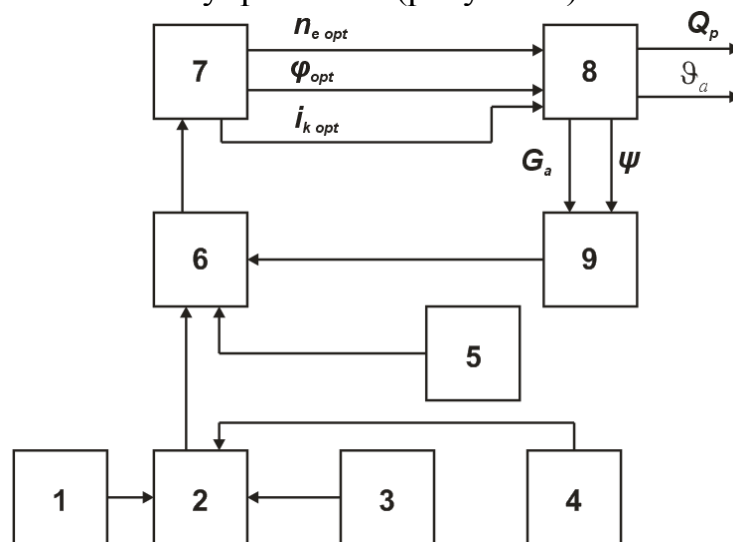


Рисунок 1 - Структурная схема системы оптимального управления

В состав СОУ входят следующие блоки: 1 – модель физического процесса; 2 – вывод уравнения оптимального управления; 3 – разработка критерия оптимальности; 4 – задание ограничений оптимального управления; 5 – параметры математической модели; 6 – изменение коэффициентов уравнения оптимального управления; 7 – решение уравнения оптимального управления; 8 – физический процесс; 9 – изменение коэффициентов модели физического процесса.

Рассмотрим процесс разработки СОУ по блокам, в соответствии с рисунком 1.

Физический объект – это автомобиль с дизельным двигателем внутреннего сгорания (ДВС), а физическим процессом является процесс расхода топлива автомобиля и скорость его движения.

Разработка математической модели СОУ.

Для реализации цели и решения поставленной задачи физический процесс представляется в виде математических моделей расхода топлива и скорости движения. Математическую модель расхода топлива можно представить в виде зависимости путевого расхода топлива от частоты вращения коленчатого вала (КВ) n_e , угла опережения подачи топлива

(УОПТ) φ , передаточного числа коробки переключения передач (КПП) i_k , веса автомобиля G_a и дорожных условий ψ :

$$Q_p = f(n_e, \varphi, i_k, G_a, \psi) \quad (1)$$

где n_e – частота вращения КВ;
 φ – УОПТ;
 i_k – передаточное число КПП;
 G_a – вес автомобиля;
 ψ – суммарное сопротивление дороги.

Основываясь на результатах [35] получены данные зависимости удельного расхода топлива g_e от изменяемых значений УОПТ φ при разных частотах вращения КВ n_e . После обработки данных, применяя программу CurveExpert, произведена интерполяция полиномом 2 и рассчитаны его коэффициенты.

$$g_e = a + b \cdot n_e + c \cdot \varphi + d \cdot n_e^2 + e \cdot \varphi^2 + f \cdot n_e \cdot \varphi \quad (2)$$

где a ; b ; c ; d ; e ; f – коэффициенты, зависящие от двигателя автомобиля.

В результате уравнение путевого расхода топлива примет следующий вид:

$$Q_p = g_e \cdot \frac{\left(G_a \cdot \psi + 0,077 \cdot k \cdot F \cdot \left(0,377 \cdot \frac{r_k \cdot n_e}{i_k \cdot i_0} \right)^2 \right)}{0,36 \cdot 10^5 \cdot \eta_{TP} \cdot \rho_T} \quad (3)$$

Таким образом, математическую модель физического процесса расхода топлива и скорости движения автомобиля можно представить в виде следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} Q_p = (a + b \cdot n_e + c \cdot \varphi + d \cdot n_e^2 + e \cdot \varphi^2 + f \cdot n_e \cdot \varphi) \cdot \\ \cdot \frac{\left(G_a \cdot \psi + 0,077 \cdot k \cdot F \cdot \left(0,377 \cdot \frac{r_k \cdot n_e}{i_k \cdot i_0} \right)^2 \right)}{0,36 \cdot 10^5 \cdot \eta_{TP} \cdot \rho_T} \\ g_a = 0,377 \cdot \frac{r_k \cdot n_e}{i_k \cdot i_0} \end{cases} \quad (4)$$

Разработка критерия оптимальности состоит в получении целевой функции. Исходя из постановки задачи, оптимизация осуществляется применением следующих критериев оптимальности: минимум расхода топлива и минимум времени перевозки. Эти критерии являются взаимоисключающими, т.е. минимум времени перевозки достигается при максимуме расхода топлива и наоборот. Исходя из принципа однозначности [36], критерий оптимальности можно представить в виде линейной комбинации двух целевых функций [29,30]:

1. минимум расхода топлива $Q_p = f(n_e, \varphi) = \min$;
2. минимум времени движения $t = f(g_a) = \min$.

Достижение минимума времени движения достигается увеличением скорости движения. Учитывая это, в отличие от [27,29,30], критерий оптимальности записывается следующим образом:

$$Cf = p_1 \cdot Q_p + (1 - p_1) \cdot \frac{1}{g_a} = \min \quad (5)$$

с соблюдением следующих условий:

– математическая модель путевого расхода топлива и скорости движения автомобиля представлена системой уравнений 4;

при следующих ограничениях:

$$1. n_{e \min} < n_e < n_{e \max};$$

$$2. \varphi_{\min} < \varphi < \varphi_{\max}.$$

где $\varphi_{\min}$ и $\varphi_{\max}$, а так же $n_{e \min}$ и $n_{e \max}$ определяются характеристиками автомобиля.

p_1 и p_2 – веса важности критериев оптимальности. В уравнении 5 принято, что $p_1 + p_2 = 1$.

Решение уравнения оптимального управления осуществляется следующим образом. Весь маршрут движения разбивается на отдельные участки дороги. Для каждого участка дороги определяется скоростной режим движения транспортного средства, который зависит от веса автомобиля G_a , от коэффициента сопротивления дороги ψ и от передаточного числа КПП i_k . В пределах скоростного режима, применяя критерий оптимальности, выбирается оптимальная скорость движения и соответствующее передаточное число КПП (передача).

Определение скоростного режима и соответствующее ему передаточное число КПП (передача) осуществляется следующим образом. На основании [37] получена зависимость скорости автомобиля от его веса G_a , коэффициента сопротивления дороги ψ и др.:

$$g_{1a} = \frac{0,377 \cdot n_M \cdot M_k \cdot \eta_{tr}}{G_a \cdot \psi} \quad (6)$$

где n_M – частота вращения КВ соответствующая максимальному крутящему моменту;

M_k – крутящий момент;

η_{tr} – КПД трансмиссии;

G_a – вес автомобиля;

ψ – коэффициент сопротивления дороги.

Принимая КПД трансмиссии и частоту вращения КВ, соответствующую максимальному крутящему моменту n_M , как постоянные величины, можно определить скорость движения на данном участке в зависимости от ψ и G_a .

Определение передаточных чисел КПП (передачи) осуществляется с применением следующего подхода. Каждому диапазону скоростей соответствует определенное передаточное число КПП (определенная передача). Для первой передачи если скорость меньше максимальной для этого диапазона, то выбирается первая передача. Для последней передачи,

при скорости равной или больше минимальной в максимальном диапазоне, выбирается последняя передача.

Определение уточненного диапазона скоростей, от минимального до максимального, в зависимости от веса автомобиля G_a и коэффициента сопротивления дороги ψ , осуществляется по следующей схеме:

1. По формуле 11 рассчитывается скорость на данном участке для текущих значений ψ и G_a .
2. Проверяется, какому диапазону она принадлежит
3. В зависимости от диапазона определяется минимальная и максимальная скорости для данного участка пути при определенном весе.
4. Определяется передаточное число (передача) для определенного скоростного диапазона при заданном весе автомобиля G_a и коэффициенте дорожного сопротивления участка дороги ψ .

По полученному скоростному диапазону определяется диапазон частот вращения КВ:

$$n_{e\min} = V_{a\min} \frac{i_k(\vartheta_{1a}) \cdot i_0}{0,377 \cdot r_k} \quad n_{e\max} = V_{a\max} \frac{i_k(\vartheta_{1a}) \cdot i_0}{0,377 \cdot r_k} \quad (7)$$

Далее при имеющихся ограничениях по УОПТ и диапазону частот вращения КВ численно, с помощью программы MathCad, на основании критерия оптимальности (уравнение 5) определяются оптимальные значения φ и n_e .

Результаты

На рисунке 2 представлены результаты моделирования целевой функции Cf от расхода топлива Q_p и скорости движения автомобиля ϑ_a при фиксированных весах важности критерия оптимальности p_1 .

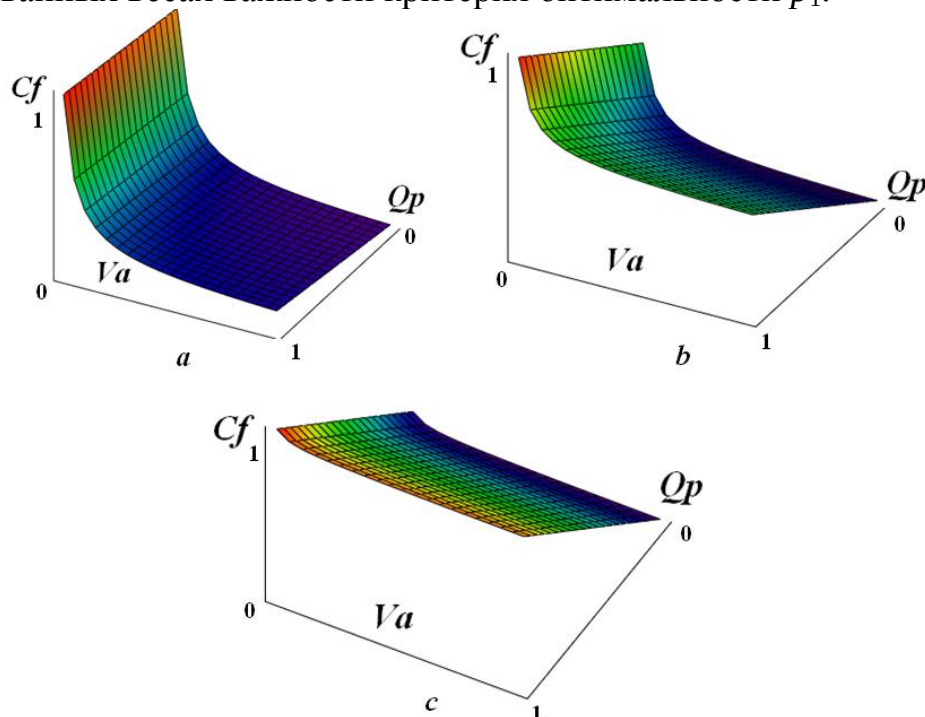


Рисунок 2 - Оценочная функция по расходу топлива и скорости движения автомобиля при фиксированном весе важности критерия

оптимальности: а – при весе важности 0,1; б – при весе важности 0,5; с – при весе важности 0,9.

Из рисунка 2 видно, что при уменьшении значения веса важности целевая функция определяется в большей степени скоростью движения, а при увеличении – расходом топлива.

На рисунке 3 представлены результаты моделирования расхода топлива от изменения веса автомобиля G_a и коэффициента дорожного сопротивления участка маршрута ψ .

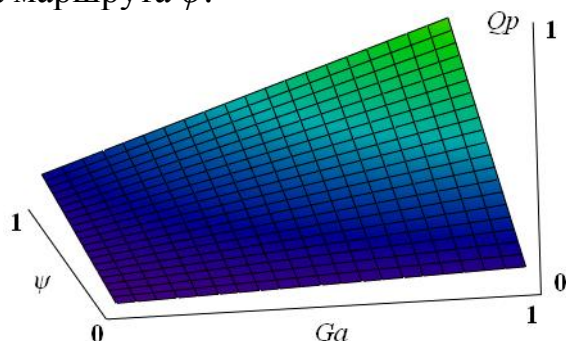


Рисунок 3 - Зависимость расхода топлива от веса автомобиля и коэффициента дорожного сопротивления

Из рисунка 3 видно, что при ухудшении дорожных условий и увеличении веса автомобиля расход возрастает.

В заключении можно отметить, что разработанная система оптимального управления представляет собой основную часть всей системы автоматизированного управления движением автотранспорта. Проведенные теоретические результаты исследования СОУ соответствуют реальному физическому процессу и могут быть применены для оптимизации объекта управления, т.е. автомобиля.

Вывод

Разработанная СОУ определяет оптимальные режимы движения с учетом параметров конкретного автомобиля, его загрузки и особенностей маршрута, т.е. решается оптимизационная задача, представленная комплексным критерием оптимальности по расходу топлива и времени движения транспортного средства.

Внедрение СОУ позволяет снизить влияние человеческого фактора на процесс управления движением автотранспорта. В результате уменьшается расход топлива и снижается количество выбросов вредных веществ. Кроме этого, повышается безопасность автотранспорта в процессе движения. Все это позволяет повысить конкурентоспособность горнодобывающего предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Adilet.zan.kz. (2010). Об утверждении Программы по развитию минерально-сырьевого комплекса в Республике Казахстан на 2010 - 2014 годы - ИПС "Әділет". [online] Retrieved from: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1000001530> [Accessed: 2 Feb 2014].

2. Investkz.com. (2013). Kazakhstan International Business Magazine, Issue 3, 2013. Mineral Production in 2000-2012: Reserves, Production and Investment. [online] Retrieved from: <http://investkz.com/en/journals/86/729.html> [Accessed: 2 Feb 2014].
3. Investkz.com. (2012). Kazakhstan International Business Magazine, Issue 3, 2012. Mineral Resources Exploitation 2000-2011: Reserves, Production, and Investment. [online] Retrieved from: <http://investkz.com/en/journals/80/674.html> [Accessed: 2 Feb 2014].
4. Investkz.com. (2013). Kazakhstan Needs New Partners and Investment _ KAZAKHSTAN International Business Magazine, Issue 3, 2013. [online] Retrieved from: <http://www.investkz.com/en/projects/264.html> [Accessed: 2 Feb 2014].
5. Mining.kz. (2013). Отрасль набирает обороты. Согласно мировой тенденции увеличение объемов потребления сырьевых ресурсов активизирует проведение геологических исследований по их выявлению. [online] Retrieved from: <http://mining.kz/en/2013-04-17-13-11-48/industrie-s-state-and-prospects/item/17676-otrasl-nabiraet-oboroty> [Accessed: 2 Feb 2014].
6. Envisionfreight.com. (2011). Envision Freight - The Value of Freight: Introduction to the Role of Freight Transportation. [online] Retrieved from: <http://www.envisionfreight.com/value/index.html%3Fid=introduction.html> [Accessed: 2 Feb 2014].
7. Rodrigue, D. (2014). Transportation and Economic Development. [online] Retrieved from: <http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch7en/conc7en/ch7c1en.html> [Accessed: 2 Feb 2014].
8. Midamericafreight.org. (2014). The economic importance of freight — mid-america freight coalition. [online] Retrieved from: <http://midamericafreight.org/outreach/importance/> [Accessed: 2 Feb 2014].
9. Dogan, E., Steg, L., & Delhomme, P. (2011). The influence of multiple goals on driving behavior: The case of safety, time saving, and fuel saving. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 43 (Issue 5), pp. 1635-1643.
10. French, D. J., West, R. J., Elander, J., & Wilding, J. M. (1993). Decision-making style, driving style, and self-reported involvement in road traffic accidents. *Ergonomics*, Volume 36 (Issue 6), pp. 627-644.
11. Näätänen, R., & Summala, H. (1974). A model for the role of motivational factors in drivers' decision-making*. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 6 (Issue 3), pp. 243-261.
12. Xu, Y., Song, J., Nechyba, M. C., & Yam, Y. (2002). Performance evaluation and optimization of human control strategy. *Robotics and Autonomous Systems*, Volume 39 (Issue 1), pp. 19-36.
13. Kramer, U. (1985). On the application of fuzzy sets to the analysis of the system driver-vehicle-environment. *Automatica*, Volume 21 (Issue 1), pp. 101-107.
14. Sugeno, M., & Yasukawa, T. (1993). A fuzzy-logic-based approach to qualitative modeling. *IEEE Transactions on fuzzy systems*, Volume 1 (Issue 1), pp. 7-31.

15. Asada, H. & Liu, S. (1991). Transfer of human skills to neural net robot controllers. *Proceedings Of The IEEE International Conference On Robotics And Automation*, Volume 3, pp. 2442–2447.
16. Nechyba, M. & Xu, Y. (1997). Human control strategy: abstraction, verification and replication. *journal of eee control systems*. *EEE Control Systems*, Volume 17 (Issue 5), pp. 48-61.
17. Pomerleau, D. A., Gowdy, J., & Thorpe, C. E. (1991). Combining artificial neural networks and symbolic processing for autonomous robot guidance. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Volume 4 (Issue 4), pp. 279-285.
18. Van Mierlo, J., Maggetto, G., Van de Burgwal, E., & Gense, R. (2004). Driving style and traffic measures-influence on vehicle emissions and fuel consumption. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, Volume 218 (Issue 1), pp. 43-50.
19. Rafael, M., Sanchez, M., Muciño, V., & Cervantes, J. (2006). Impact of driving styles on exhaust emissions and fuel economy from a heavy-duty truck: laboratory tests. *International Journal of Heavy Vehicle Systems*, Volume 218 (Issue 1), pp. 56-73.
20. Berry, I. M. (2010). The effects of driving style and vehicle performance on the real-world fuel consumption of US light-duty vehicles (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
21. Du Plessis, H. W., Visser, A. T., & Curtayne, P. C. (1990). Fuel consumption of vehicles as affected by road-surface characteristics. *Surface characteristics of roadways: International research and technologies*, ASTM STP, Volume 1301, pp. 480-496.
22. Zaniewski, J. P. (1989). Effect of pavement surface type on fuel consumption. *Portland Cement Association: Skokie, IL*.
23. Barrett, G. V., & Thornton, C. L. (1968). Relationship between perceptual style and driver reaction to an emergency situation. *Journal of Applied Psychology*, Volume 52 (Issue 2), pp. 169.
24. Яковлев, В., Могилат, В. & Тарасов, П. И. (2009). Причины аварийности на технологическом автотранспорте карьеров и пути ее снижения. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)* (Issue 1), pp. 211-217.
25. Wikipedia. (2013). Cruise control. [online] Retrieved from: http://en.wikipedia.org/wiki/Cruise_control [Accessed: 2 Feb 2014].
26. Ioannou, P. A., & Chien, C. C. (1993). Autonomous intelligent cruise control. *Vehicular Technology, IEEE Transactions on*, Volume 42 (No 4), pp. 657-672.
27. Monastyrsky, V. V., & Golownykh, I. M. (1993). Rapid computation of optimal control for vehicles. *Transportation Research Part B: Methodological*, Volume 27 (Issue 3), pp. 219-227.
28. Scania.com. (2014). Scania active prediction - scania.com. [online] Retrieved from: <http://www.scania.com/products-services/trucks/safety-driver-support/driver-support-systems/active-prediction/> [Accessed: 2 Feb 2014].

29. Hellström, E., Ivarsson, M., Åslund, J., & Nielsen, L. (2009). Look-ahead control for heavy trucks to minimize trip time and fuel consumption. *Control Engineering Practice*, Volume 17 (Issue 2), pp. 245-254.
30. Hellström, E., Åslund, J., & Nielsen, L. (2010). Design of an efficient algorithm for fuel-optimal look-ahead control. *Control Engineering Practice*, Volume 18 (Issue 11), pp. 1318-1327.
31. Mining-media.ru. (2014). Автоматизированные системы управления горно-транспортным оборудованием - журнал горная промышленность. [online] Retrieved from: <http://www.mining-media.ru/ru/article/prombez/865-avtomatiz%20irovannyye-sistemy-upravleniya-gorno-transportnym-oborudovaniem> [Accessed: 2 Feb 2014].
32. Vistgroup.ru. (2005). Автоматизированные системы, повышающие эффективность управления карьерным транспортом. [online] Retrieved from: <http://www.vistgroup.ru/pressroom/14/33/> [Accessed: 2 Feb 2014].
33. Greenactioncentre.ca. (2014). Fuel efficient driving – green action centre. [online] Retrieved from: <http://greenactioncentre.ca/content/fuel-efficient-driving-2/> [Accessed: 2 Feb 2014].
34. Webtechwireless.com. Top 10 benefits of a webtech wireless solution. [online] Retrieved from: <http://www.webtechwireless.com/en/benefits/> [Accessed: 2 Feb 2014].
35. Грехов Л., Иващенко Н. & Марков В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: учебник для вузов. Москва: Легион-Автодата, 2004 – 450 с.
36. Lee T., Adams G. E. & Gaines W. M. Computer process control. Modeling and Optimization. New York: Wiley, 1968 – 570 p.
37. Говорущенко Н. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. Москва: Транспорт, 1990 – 620 с.

КАРЬЕРДІК АВТОМОБИЛЬ КӨЛІКТІ ОПТИМАЛДЫҚ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ

Автокөлікті оптималдық басқару (ОБЖ) жүйесі құрастырылған. ОБЖ ұтымдылық– қозғалыстар отындар және жылдамдықтары шығыс құрамы белгі бойынша автокөліктің жұмысты ұтымды тәртібі анықтау мүмкіндік берілген. Ықшамдау келесі параметрлер бойынша іске асырады : қозғаушының иінді біліктің айналулар жиілігі, отындар берулері озулары бұрышы, автомобильдің салмағы, жол шартты, ауыстырып қосулары қораптары беріліс сандары (АҚК). Атмосфераға зиянды заттардың отындар және лақтыру шығыс азайту бұл мүмкіндік беріп жатыр. Автомобильге қозғалысқа басқаруларға процессте тікелей түйлігу жүргізушіге ОБЖ мүмкіндік беріп жатыр, маршрут бөлімшеде шапшаң тәртіп таңдап, көліктің қозғалыс қауіпсіздігін жоғарылатады.

Түйін сөздер: карьердік көлік, жанармайдың шығыны, оптималды басқару, оптималдық критериясы, автокөлікті жүргізу, математикалық үлгі.

OPTIMAL MANAGEMENT SYSTEM OF CAREER ROAD TRANSPORT

A system for optimal control (SDA) of the vehicle. SDA to determine the optimal operation of motor vehicles in the compound optimality criterion - fuel consumption and speed. The optimization is performed on the following parameters: the engine speed of the engine, the fuel supply advance angle (fuel injection), the weight of the vehicle, road conditions, ratios gearbox (transmission). This reduces fuel consumption and emissions of harmful substances into the atmosphere. SDA allows the driver to focus directly on the process of managing the movement of the car, automatically selecting the speed limit on the section of the route, which will improve traffic safety.

Keywords: *rigid trucks, fuel consumption, optimal control, optimality criterion, management of car, the mathematical model.*

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ И ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ:
ТЕОРИЯ, МЕТОДЫ И ПРИЛОЖЕНИЯ**

Б.А. Сулейменов¹, М.Ш.Жунисбеков², Л.А. Сугурова³, А.Б.Сулейменов⁴,
доктор технических наук, профессор, Казахский национальный
технический университет имени К.И. Сатпаева¹,
кандидат технических наук., профессор, Таразский государственный
университет имени М.Х.Дулати², докторант PhD,
Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева^{3,4}
(Казахстан)

*Положительные рецензии даны д.т.н. Кушнир В.Г.
и к.т.н. Хасеновым У.Б.*

Предложена методика создания автоматизированных систем оптимального управления технологическими процессами, основанная на использовании современных интеллектуальных технологий. Как показал многолетний опыт, традиционные методы математического моделирования не позволяют создавать эффективные системы оптимального управления из-за низкой их адекватности. Предлагается вместо создания математических моделей технологических процессов создавать интеллектуальные модели (алгоритмы) управления ими, на основе опыта, знаний и интуиции операторов-технологов. При этом вместо общепринятых правил продукции предложено формировать матрицы планирования полного факторного эксперимента (ПФЭ). Матрицы планирования ПФЭ формируются с помощью проведения «мысленных» экспериментов, что значительно сокращает сроки и упрощает разработку системы оптимального управления.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронные сети, нечеткие алгоритмы, нейро-нечеткие алгоритмы, оптимальное управление, алгоритм управления, система управления, окомкование, грануляция.

Введение

В настоящее время все более остро встает задача разработки систем оптимального управления технологическими процессами в металлургии, химической промышленности, нефтехимии и т.д., позволяющих более рационально использовать минеральные ресурсы, экономить тепловую и электрическую энергию, снижать экологические проблемы, повышать экономическую отдачу от производства. Бурный этап в разработке систем оптимального управления различными технологическими процессами в

мире, СССР и Казахстане пришлось на 60-80 годы прошлого века. Однако до сих пор, например в Казахстане, не внедрена ни одна система оптимального управления. Это связано с чрезвычайной сложностью технологических процессов в цветной и черной металлургии, химической и др. отраслях экономики Казахстана. Попытки создать достаточно адекватные математические модели подобных сложнейших процессов, к сожалению, не увенчались успехом, и мода на разработки моделей постепенно отошла. В последние годы заметно сократились публикации в этом направлении.

Стремительное развитие современных методов разработки и создания интеллектуальных систем привело к значительному росту публикаций по практическому применению этих методов при создании систем управления [1-9]. Однако львиная доля таких исследований посвящена разработке систем локального управления, призванных решать лишь задачи стабилизации некоторых выходных переменных с помощью интеллектуальных регуляторов.

Целью настоящей работы является разработка методов и средств создания интеллектуальных и гибридных систем оптимального управления технологическими процессами.

1 Разработка методики создания интеллектуальных и гибридных систем оптимального управления технологическими процессами

В условиях рыночной экономики актуальной является задача разработки методов и средств создания интеллектуальных систем оптимального управления технологическими процессами, позволяющих значительно повысить их экономическую эффективность. Наиболее эффективно использовать интеллектуальные технологии совместно с классическими методами управления технологическими процессами. При этом удастся совместить преимущества традиционных методов, приемов и алгоритмов с математическим аппаратом теории искусственного интеллекта. Такие системы назовем гибридными системами управления (ГСУ).

В разных сферах практической деятельности, связанных с решением задач управления и контроля, оптимизации и моделирования, поиска и выбора, распознавания и классификации, остро встала необходимость интеллектуальной поддержки для преодоления трудностей в слабоформализованных ситуациях и при ограниченных ресурсах.

Методы и средства искусственного интеллекта материализуются и доходят до потребителя в виде интеллектуальных технологий, которые практически инвариантны к той или иной проблемной области. Настоящая работа посвящена рассмотрению вопросов практического применения современных интеллектуальных технологий (ИТ). Традиционно к ИТ относят нечеткую логику (НЛ), генетические алгоритмы (ГА) и нейронные сети (НС). ИТ могут успешно использоваться при создании сложных систем управления. Современное устройство управления должно

обеспечивать надежное управление объектом в разных режимах его работы, быть устойчивым как к резким изменениям, так и к медленной деградации параметров системы управления, учитывать возможное наличие шумов и внешних предусмотренных и непредусмотренных влияний.

Анализ публикаций [1-9] показал, что ИТ можно использовать при разработке непосредственно **модели оптимального управления процессом**, а не модели самого технологического процесса. То есть рассматриваемые технологии позволяют разрабатывать сразу же алгоритмы управления, в отличие от традиционной цепочки: **разработка структуры модели процесса → проведение экспериментальных исследований на объекте → идентификация модели → формулирование оптимизационной задачи → подбор метода оптимизации → разработка алгоритма оптимального управления**. Традиционный подход предполагает длительный (порой несколько лет), дорогостоящий и не всегда успешный путь создания системы оптимального управления.

Использование ИТ позволяет решать аналогичные задачи сразу же, и как показал опыт достаточно успешно. Дело в том, что методы искусственного интеллекта предполагают использование знаний, опыта и интуиции людей-экспертов, хорошо знакомых с предметной областью. То есть здесь используется так называемый эффект «готовых знаний». В отличие от этого разработка математической модели (основного компонента системы) является процессом создания «новых знаний», и поэтому требует достаточно длительного времени на проведение теоретических исследований, а также больших материальных и трудовых затрат для проведения экспериментальных исследований и идентификации модели.

К тому же опытные операторы-технологи за время длительной работы научились вести технологический процесс в оптимальных режимах при различных исходных ситуациях (и у них зачастую это получается). Передача «готовых знаний» от людей-экспертов в базу знаний интеллектуальной системы (ИС) значительно упрощает и удешевляет создание системы. Кроме того, в ИС исключается влияние «человеческого фактора» (это такие свойства человеческого организма как: усталость, недостаточно быстрая реакция, недостаточная психологическая устойчивость, сонливость при монотонной работе, незначительный опыт работы молодых операторов и другие причины).

Используя основную идею работы (разработка вместо модели технологического процесса модели процесса управления им) и развивая имеющиеся методы ИТ, мы предлагаем следующую трехэтапную процедуру создания систем оптимального управления технологическими процессами (см. рисунок 1).

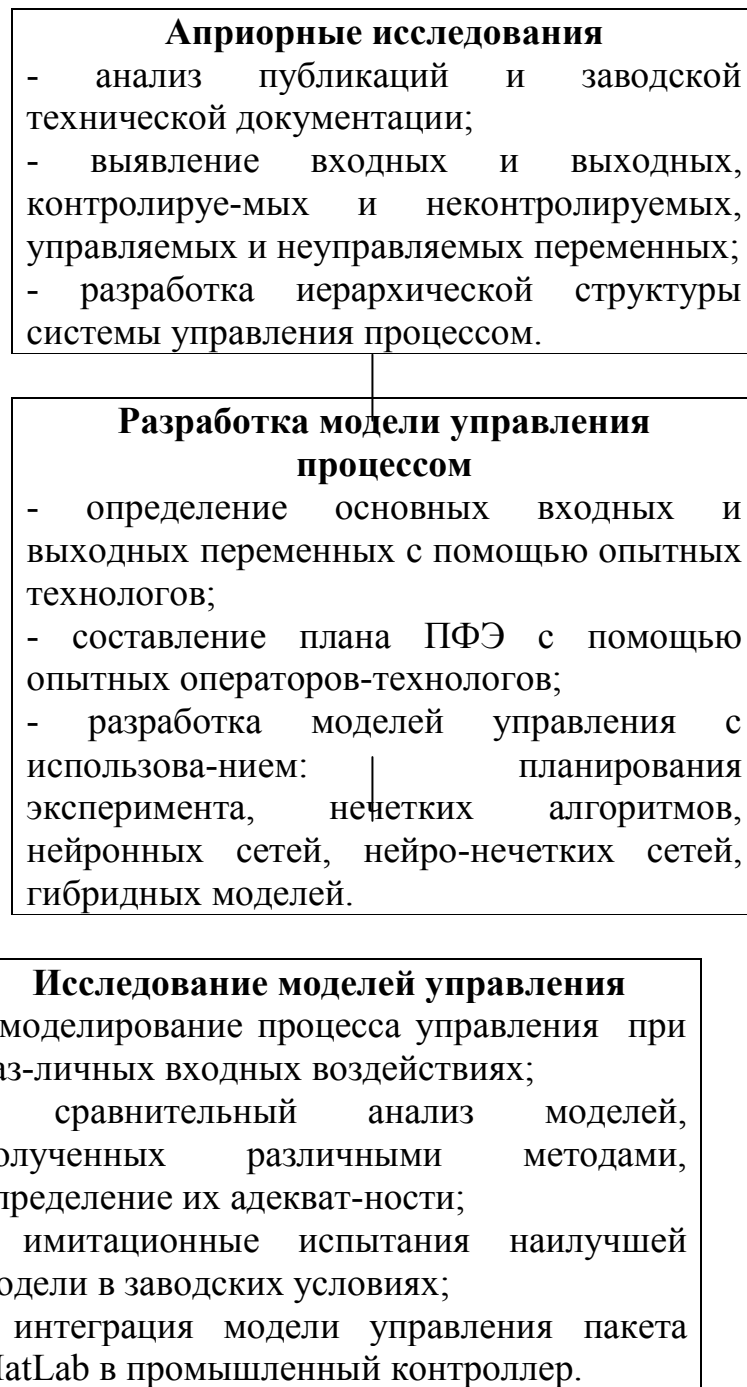


Рисунок 1 – Трехэтапная процедура создания гибридных и интеллектуальных систем управления технологическими процессами

На **первом этапе** производятся априорные исследования технологических особенностей объекта управления по литературным источникам, публикациям в периодических изданиях и заводской технической документации. Как правило, действующие технологические процессы должны были пройти длительный этап научных исследований, опытно-промышленных и промышленных испытаний, прежде чем они были внедрены в производство. Наверняка остались материалы этих

исследований, а также попытки создания математических моделей данного процесса. Необходим тщательный анализ всей этой информации с тем, чтобы использовать ее при разработке интеллектуальных систем управления. Особенно это важно при возможном создании гибридных систем управления (ГСУ).

На этом же этапе необходимо проанализировать исследуемый процесс как объект управления с выявлением входных и выходных, контролируемых и неконтролируемых, управляемых и неуправляемых переменных. При этом необходимо оценить инерционность объекта по различным каналам, класс объекта (непрерывный или дискретный), степень полноты информации о переменных объекта, рабочий диапазон изменения переменных объекта и т.д.

После тщательного анализа имеющейся информации необходимо составить структуру будущей системы управления, что значительно облегчит дальнейшую работу.

На **втором этапе** разрабатывается модель процесса управления. С помощью опытных экспертов (операторы-технологи, либо ИТР цеха или завода) определяется основная цель управления (аналог целевой функции в оптимизационных задачах), которая, как правило, известна и которую обычно стремятся достичь опытные операторы. Затем методом ранжирования из общего перечня всех типов переменных определяются те, которые, по мнению экспертов, являются основными для данного объекта (процесса).

Основной задачей второго этапа является составление матрицы планирования полного факторного эксперимента (ПФЭ). С помощью матрицы планирования ПФЭ создается модель (алгоритм) управления объектом (процессом). При этом, например, для трехуровневых факторов полное число возможных сочетаний числа факторов при двух входных переменных равно $N=3^2=9$, для трех переменных – $3^3=27$ и т.д.

Например, при двух входных переменных составляется матрица планирования ПФЭ, приведенная в таблице 1.

Таблица 1 – Матрица планирования ПФЭ

# экспе- римента	X_1	X_2	Y^3 оценка эксперта
1	0,0	0,0	
2	0,0	0,5	
3	0,0	1,0	
4	0,5	0,0	
5	0,5	0,5	
6	0,5	1,0	
7	1,0	0,0	
8	1,0	0,5	

9	1,0	1,0	
---	-----	-----	--

Таблицы вида 1 являются основой для разработки интеллектуальных систем, так как в них сосредоточен многолетний опыт, знания и интуиция людей-экспертов в конкретной предметной области. От качества матрицы ПФЭ будет зависеть эффективность работы всей системы управления.

Величины: 0,0; 0,5; 1,0 означают минимальное, среднее и максимальное значения входных переменных X_1 и X_2 . Эксперту остается лишь с учетом своего опыта, знаний и интуиции проставить значения выходной переменной Y^3 (управляющего воздействия) в диапазоне от 0,0 до 1,0. Нормализация в диапазоне от 0 до 1 входных и выходных переменных производится по формуле:

$$\bar{x} = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (1)$$

где: $\bar{x}$ - нормализованное (от 0 до 1) значение входной или выходной переменной; x – текущее значение переменной; $x_{\min}$, $x_{\max}$ – минимальное и максимальное значение переменной.

Составление матрицы планирования экспериментов гораздо более удобно для экспертов, нежели рекомендуемое во всех учебниках и публикациях составление правил нечетких продукций. При этом эксперту нет необходимости выдумывать бесконечные термы: («очень много», «очень-очень мало», «вполне нормально» и т.д.) – он просто ставит значение выходной (управляющей) переменной в диапазоне от 0,0 до 1,0. При этом матрица планирования ПФЭ может быть использована для четырех разных методов создания модели управления: планирования эксперимента, экспертные системы, нейронные сети, нейро-нечеткие алгоритмы.

В отличие от хорошо известного классического метода планирования эксперимента составление матрицы планирования ПФЭ с помощью экспертов значительно ускоряет и удешевляет эту процедуру. Эксперты проводят так называемые «мысленные эксперименты» вместо дорогостоящих, реально проводимых активных экспериментов. Кроме того, нужно учитывать, что проведение активных экспериментов в условиях действующего производства нереально из-за возможного возникновения аварийных ситуаций при изменении переменных процесса от минимальных их значений к максимальным значениям, и обратно. К тому же на многих предприятиях просто нет возможности изменять переменные, согласно матрице планирования ПФЭ.

Необходимо подчеркнуть, что выходные значения Y_i являются на самом деле управляющими переменными, поэтому матрица планирования отображает модель управления процессом для всех запланированных экспертами сочетаний входных переменных. Для расчета значений в промежуточных сочетаниях входных переменных (например, для $X_1=0,21$

и $X_2=0.74$) необходимо синтезировать модель управления процессом, что является главной задачей второго этапа.

Необходимо отметить, что наиболее эффективно совместно с интеллектуальными моделями использовать известные математические зависимости, выявленные на первом этапе исследований. При этом необходимо быть уверенным в том, что такие зависимости адекватно отражают те или иные физико-химические закономерности конкретного процесса.

На **третьем этапе** производится исследование созданных моделей управления. При этом производятся следующие мероприятия.

Полученные модели подвергаются тщательному исследованию и анализу их чувствительности, устойчивости, однозначности. Для чего проводится моделирование процесса управления при различных изменениях входных переменных, строятся кривые изменения выходных переменных при изменении входных переменных, и производится их анализ совместно с экспертами.

После завершения исследования моделей, полученных разными методами, производится сравнительный анализ на их адекватность. Для чего с помощью моделей рассчитываются выходные переменные при значениях входных переменных, взятых из матрицы планирования ПФЭ и сравниваются с оценками, данными экспертом. После чего формируется матрица сравнения (см. таблицу 2), которая позволяет рассчитать величину ошибки моделирования различными способами. Например, абсолютная ошибка в процентах рассчитывается по формуле:

$$\delta = 100 \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |Y^{\text{э}} - Y^{\text{р}}|, \quad (2)$$

где $Y^{\text{э}}$ и $Y^{\text{р}}$ - соответственно экспериментальные и расчетные значения выходных переменных.

Абсолютная ошибка рассчитывается для моделей, полученных четырьмя разными способами, а затем производится их сравнительный анализ. Модель с наименьшей абсолютной ошибкой считается наиболее адекватной.

Наиболее адекватная модель должна пройти имитационные испытания в условиях действующего производства. При этом на вход модели подаются действительные входные переменные, снятые с измерительной аппаратуры промышленного агрегата, а результаты моделирования (выходная управляющая переменная) сравнивается со значением управления, реально осуществляемым опытным оператором-технологом. В случае удовлетворительного результата имитационных испытаний производится интеграция модели в промышленный контроллер. В противном случае, все начинается сначала – возврат к первому этапу, и уточнение всех параметров модели.

Таблица 2 – Матрица сравнений расчетных и экспериментальных значений выходной величины

# экспе- римента	X ₁	X ₂	Y _p о ценка м одели	Y _o оц енка эксперта
1	0,0	0,0		
2	0,0	0,5		
3	0,0	1,0		
4	0,5	0,0		
5	0,5	0,5		
6	0,5	1,0		
7	1,0	0,0		
8	1,0	0,5		
9	1,0	1,0		

Выводы

Предложенная методика была с успехом опробована нами при разработке интеллектуальных и гибридных систем оптимального управления технологическими процессами в цветной металлургии, химической и атомной промышленности Казахстана [10-11].

ЛИТЕРАТУРА

1. Леоненков А.В. 2003. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzTECH. – Санкт-Петербург.: БХВ-Петербург. – С.736: ил.
2. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф., 2000 Базы знаний интеллектуальных систем. – Санкт-Петербург.: Питер. – С.348.
3. Рутковский Л. 2010 Методы и технологии искусственного интеллекта. – Москва: Горячая линия-Телеком., С. 202-279.
4. F. Bobillo, U. Straccia. FuzzyDL: An expressive fuzzy description logic reasoned. // 2008 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (IEEE World Congress on Computational Intelligence)-2008.
5. S. Russell, P. Norvig. 2009. Artificial Intelligence: A Modern Approach, 3rd edition. // Prentice Hall.
6. A. Mayrhauser, R. France, M. Scheetz, E. Dahlman, -2000. Generating test-cases from an object-oriented model with an artificial-intelligence planning system.// IEEE Transactions on Reliability. #49
7. J. Gonzalez, S. DesJardins. Artificial Neural Networks: A New Approach to Predicting Application Behavior.// Research in Higher Education.#43-2002., 235-258

8 C. Ramos, J. Augusto, D. Shapiro. Ambient Intelligence—the Next Step for Artificial Intelligence.// IEEE Intelligent Systems. #23. 2008. 15-18.

9 Ponce-Cruz P., Ramirez – Figueroa F.D., 2010. Intelligent control systems with Lab VIEW. – Berlin:Springer Verlag..

10. Сулейменов Б. А. 2009. Интеллектуальные и гибридные системы управления технологическими процессами. - Алматы. С.207-304.

11. Сулейменов Б.А., Мутанов Г.М., Сулейменов А.Б. 2010. Интеллектуальные системы управления : теория, методы, средства. – Алматы; Издательство КазНУ им.Аль Фараби , С.235.

ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕССТЕРДІ БАСҚАРУДА ЗИЯТКЕРЛІК ЖӘНЕ ГИБРИДТЫ ЖҮЙЕЛЕРІ :ТЕОРИЯ, ӘДІСТЕР ЖӘНЕ ҚОСЫМШАЛАР

Қазіргі зияткерлік технологиялар қолдану негізде технологиялық процестерді ұтымды басқаруда автоматты жүйелердің жасалу әдістемесі ұсынған. Көп жылдық тәжірибе нәтижесінде көрсетілген математикалық үлгілеудің дәстүрлі әдістер адекватты аржағынан ұтымды басқаруды тиімді құруға мүмкіндік бермейді. Оператор-технологтардың тәжірибеге, білімдерге және сезгіштікке негізінде жасалған зияткерлік үлгілерді (алгоритмдер) басқару процесі ұсынылған. Сонда белгілі ережелер өнімдердің орнына толық тәжірибе факторлы (ТТФ) жоспарлау матрицаны ұсынылған.

Түйін сөздер: жасанды парасат, нейрон желілер, айқын емес алгоритм, нейро-айқын емес алгоритмдер, ұтымды басқару, басқару алгоритм, басқару жүйелер ,домалақтау,түйіршектеу.

INTELLIGENT AND HYBRID SYSTEMS CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES: THEORY, METHODS AND APPLICATIONS

Proposed a method creation of the automated systems of optimum process control, based on the use of modern intellectual technologies. As shown by many years of experience of traditional mathematical modeling techniques do not allow to create effective systems for optimal control of the low of their adequacy. It is proposed instead of creating mathematical models of processes to create intelligent models (algorithms) management, based on the experience, knowledge and intuition of operators technologists. In this case, instead of the standard rules of products offered to form a matrix of planning a full factorial experiment (PPE). Planning Matrix PFE formed by conducting a "thought" experiment, which significantly reduces the time and simplifies the development of optimal control system.

Keywords: artificial intelligence, neural networks, fuzzy algorithms, neuro-fuzzy algorithms, optimal control, the control algorithm, the control system, pelletizing, granulation.

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Б.А. Сулейменов¹, М.Ш.Жунисбеков², Л.А. Сугурова³, А.Б.Сулейменов⁴,
доктор технических наук, профессор, Казахский национальный
технический университет имени К.И. Сатпаева¹,
кандидат технических наук, профессор, Таразский государственный
университет имени М.Х.Дулати², докторант PhD,
Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева^{3,4}
(Казахстан)

*Положительные рецензии даны д.т.н. Ахметовым И.С.
и к.т.н. Кудубаевой С.А.*

Предложена методика создания подсистемы оперативной диагностики состояния технологического оборудования, основанная на анализе его степени управляемости. Анализ управляемости объектом позволяет на ранней стадии обнаруживать возможность возникновения аварийной ситуации и локализовать ее. Предполагается интеграция этой подсистемы в состав действующей автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП), что позволит более эффективно использовать ее информационное, техническое и программное обеспечения. Оценку степени управляемости предлагается оценивать с использованием современных интеллектуальных технологий.

Ключевые слова: *техническая диагностика, интеллектуальные технологии, управляемость объекта, диагностические признаки, экспертные системы, нечеткие системы, нейронные сети, нейро-нечеткие алгоритмы, желтый фосфор, агломерационное производство.*

1 Актуальность темы

На первом этапе развития промышленного производства обеспечение эксплуатационной надежности или исправного технического состояния технологического оборудования (ТО) осуществлялось «до отказа» [1]. Во второй половине прошлого столетия возникло, и успешно применяется до настоящего времени, другое направление – планово-предупредительные ремонты.

Однако в рыночных условиях становится очевидным – необходимо переходить к более прогрессивной стратегии обеспечения эксплуатационной надежности ТО – «по его фактическому состоянию» [1]. Переход к этой стратегии вызывает необходимость создания системы оперативной диагностики технического состояния ТО.

Применение систем оценки ТО по его фактическому состоянию позволяет повысить эффективность производства за счет снижения времени простоев оборудования в ремонте, снизить себестоимость продукции за счет снижения затрат на ремонты и послеаварийное восстановление оборудования [1].

Затраты на создание автоматизированной системы оперативной диагностики существенно снизятся, если она будет включена в структуру действующей АСУТП в качестве ее подсистемы. В этом случае будет использоваться информационное обеспечение действующей АСУТП, что значительно снижает затраты на ее разработку и внедрение. При этом эффект от внедрения расширенной АСУТП значительно возрастет, так как помимо эффектов от оперативного и оптимального управления процессами будет достигаться и эффект от оперативной диагностики ТО. Кроме того, при этом возможно ожидать возникновения так называемого *синергетического* эффекта – когда эффекты от АСУТП и подсистемы оперативной диагностики гораздо выше их простой суммы. Это происходит в результате взаимовлияния управления процессами и диагностики ТО: с одной стороны оперативное и оптимальное ведение процесса благоприятно воздействует на ТО, а с другой - оперативная диагностика позволяет сохранять состояние ТО на должном уровне, тем самым улучшая его управляемость.

2 Общая методика создания системы оперативной диагностики

Одним из важных этапов разработки такой подсистемы являются работы по определению диагностических признаков, объем и информативность которых, должны учитывать особенности принятых на стадии проектирования и монтажа, опыт эксплуатации объектов-прототипов и особенности условий эксплуатации объектов диагностики [1-5].

Диагностический признак (ДП) – это признак объекта диагностирования, используемый в установленном порядке для определения состояния объекта. Для каждого типа системы определенного вида можно указать множество признаков, характеризующих ее состояние. Большинство ДП по своему назначению могут являться одновременно диагностическими и признаками функционального использования. Именно эти признаки чаще всего поддаются непосредственному измерению, и для них проще всего установить нормы и допуски, выход за пределы которых характеризует отказ или дефект в функционировании системы [1].

В общем случае для создания подсистемы оперативной диагностики необходимо решить следующие взаимосвязанные задачи. Разработать математическую модель функционирования объекта диагностирования, позволяющую проверить работоспособность и правильность функционирования по совокупности ДП. Создать математическую модель повреждений и отказов, дающую возможность обнаруживать повреждения и отказы, выявлять причины их возникновения. Построить алгоритмы

диагностирования, что достигается выбором такой совокупности элементарных проверок, по результатам которых можно: в задачах обнаружения повреждений и отказов отличить исправное или работоспособное состояние либо состояние правильного функционирования от его неисправных состояний, а в задачах поиска повреждений и отказов различать неисправные и неработоспособные состояния между собой [2].

Одной из важнейших особенностей технической диагностики является распознавание неисправностей в условиях ограниченной информации, когда требуется руководствоваться определенными приемами и правилами для принятия обоснованного решения. В этих условиях наиболее перспективным подходом может быть использование в задачах распознавания современных интеллектуальных технологий (ИТ) [9-17]. В работе [4] нами была предложена методика применения интеллектуальных технологий при создании систем управления технологическими процессами, которая заключается в следующем.

Проведенные нами многочисленные исследования, а также анализ публикаций показал, что интеллектуальные технологии (ИТ) можно использовать при разработке непосредственно **модели оптимального управления процессом**, а не модели самого технологического процесса. То есть рассматриваемые технологии позволяют разрабатывать сразу же алгоритмы управления, в отличие от традиционной цепочки: **разработка структуры модели процесса → проведение экспериментальных исследований на объекте → идентификация модели → формулирование оптимизационной задачи → подбор метода оптимизации → разработка алгоритма оптимального управления**. Традиционный подход предполагает длительный (порой несколько лет), дорогостоящий и не всегда успешный путь создания системы оптимального управления.

Использование ИТ позволяет решать аналогичные задачи сразу же, и как показал опыт достаточно успешно. Дело в том, что методы искусственного интеллекта предполагают использование знаний, опыта и интуиции людей-экспертов, хорошо знакомых с предметной областью. То есть здесь используется так называемый эффект «готовых знаний». В отличие от этого разработка математической модели (основного компонента системы) является процессом создания «новых знаний», и поэтому требует достаточно длительного времени на проведение теоретических исследований, а также больших материальных и трудовых затрат для проведения экспериментальных исследований и идентификации модели.

К тому же опытные операторы-технологи за время длительной работы научились вести технологический процесс в оптимальных режимах при различных исходных ситуациях (и у них зачастую это получается). Передача «готовых знаний» от людей-экспертов в базу знаний интеллектуальной системы значительно упрощает создание

интеллектуальных систем, а их эксплуатация позволяет исключить эффект «человеческого фактора» при управлении процессом (это такие свойства человеческого организма как: усталость, недостаточно быстрая реакция, недостаточная психологическая устойчивость, сонливость при монотонной работе, незначительный опыт работы молодых операторов и другие причины).

Считаем, что эту методику можно применять и при создании систем оперативной диагностики состояния технологического оборудования, так как при исследовании, разработке и реализации процессов диагноза технического состояния объектов необходимо решать те же задачи, которые возникают при исследовании, разработке и реализации процессов управления вообще [5]. Рассмотрим применение интеллектуальных технологий на примере формирования матрицы планирования ПФЭ для идентификации неисправностей ТО, обеспечивающих производство желтого фосфора в условиях Новоджамбульского фосфорного завода (НДФЗ).

3 Методика диагностирования технического состояния фосфорной печи

В технологических инструкциях НДФЗ по производству желтого фосфора рассмотрено достаточно много вариантов возможных неполадок в работе ТО и способы их ликвидации. Рассмотрим лишь некоторые из них (таблица 1).

Различают три состояния технической системы [6]:

1 Работоспособное – это состояние, при котором система способна выполнять заданные функции с параметрами, значения которых установлены технической документацией.

2 Работоспособное, но неисправное – это состояние технической системы, когда она хотя и может выполнять свои основные функции, но не отвечает всем требованиям технической документации.

3 Отказ – это событие, заключается в нарушении работоспособности системы, т.е. состояние, когда она не может выполнять заданные функции.

В соответствии с этой классификацией неполадку №14, скорее всего, можно отнести ко второй группе состояний технических систем – «работоспособное, но неисправное». Неполадку №10 можно отнести к третьей группе – «отказ». Неполадка №13 ближе всего относится к группе отказов, но она имеет и некоторые признаки второй группы.

Таблица 1 - Возможные неполадки в работе и способы их ликвидации

Номер неполадки	Вид или признак неполадки	Возможные причины неполадок	Действия персонала и способ устранения неполадки
...	...	...	...
13	Увеличение температуры под крыш-кой электропечи	1. Зависание шихты в загрузочных течках 2. Передержка	1. Выявить течку с зависшей ших-той и «пробить» ее согласно инст-рукции 2. Слить шлак с максимальным

		шлака 3. Короткие электроды 4. Избыток кокса в шихте 5. Облом электрода	удалением кокса 3. Перепустить электроды 4. Дать «промывку» шихтой, обедненной коксом 5. Действовать по распоряжению технолога цеха
14	Температура под крышкой печи ниже предельно допустимой	1. Высокое содержание P_2O_5 в шлаке 2. Низкая мощность электропечи	1. Откорректировать шихту 2. По возможности поднять мощность. В случае необходимости перекрыть секторные затворы течек, не нарушая равномерной динамической нагрузки шихты на электроды
17	Снижение уровня воды в баке «умягченной» воды	1. Утечка воды в результате прогара одного или нескольких охлаждаемых элементов	1. Отключить электропечь 2. Определить место прогара и заменить или отглушить соответствующий элемент

Наиболее опасными для ТО являются отказы, поэтому рассмотрим более подробно третью группу состояния технической системы. Отказ – это основное понятие теории надежности. Отказ происходит в результате действия на объект множества как объективных, так и субъективных факторов. Эти факторы довольно трудно полностью учесть [6].

Классификация отказов

1. По причинам возникновения различают отказы:

- конструкционные, вызванные недостатками конструкции;
- технологические, вызванные несовершенством или нарушением технологии изготовления;
- эксплуатационные, вызванные неправильной эксплуатацией.

2. По влиянию на работоспособность технической системы отказы делятся:

- на отказы элементов системы, вызывающие ее неисправность;
- на отказы элементов системы, вызывающие ее отказ.

3. По связям с отказами других элементов:

- на зависимые отказы;
- на независимые отказы.

4. По случайности возникновения:

- на случайные (внезапные);
- на постепенные (систематические).

Конечно, предложенная в [6] классификация (как и любая классификация), носит условный характер, так как иногда неисправность можно отнести сразу к нескольким ее видам. Например, неполадку №13 можно отнести одновременно к группе «отказы» и к группе «работоспособное, но неисправное», она может быть вызвана как

конструкционными, так и эксплуатационными причинами, а возникнуть она может, как случайно, так и постепенно.

Необходимо отметить также, что все перечисленные выше неполадки носят «уведомительный об аварийной ситуации» характер, т.е. констатируют уже возникшую аварийную ситуацию, но не позволяют спрогнозировать ее наступление. Качественные (не количественные) оценки признаков и причин неполадок не позволяют «просчитать» оценку близости конкретной ситуации к аварийной. Для расчета такой оценки (как отмечено во всех учебниках по технической диагностике, а также авторами [3]) необходимо: разработать математическую модель функционирования объекта диагностирования, создать математическую модель повреждений и отказов и построить алгоритмы диагностирования.

Однако такой подход предполагает длительный, дорогостоящий и не всегда успешный путь создания системы оперативной диагностики. Воспользуемся тем же приемом, что и при создании систем управления – т.е. вместо создания математических моделей объектов диагностирования и моделей отказов сразу же приступать к разработке алгоритма диагностирования с использованием современных интеллектуальных технологий. Использование ИТ позволяет решать аналогичные задачи сразу же, и как показал опыт (например, [4]), достаточно успешно. То есть в данном случае будет использоваться эффект «готовых знаний» полученных от людей-экспертов.

Основу предлагаемой методики разработки алгоритмов диагностирования составляют матрицы планирования ПФЭ вместо традиционных правил продукций. Рассмотрим методику формирования матрицы планирования ПФЭ на примере диагностирования неполадки №13.

Изменение температуры в печи вполне «штатная» ситуация, которая регулируется с помощью поднятия или заглубления электродов «тонкая регулировка» или переключением ступеней трансформатора «грубая регулировка» и объясняется неравномерностью химического и физического свойств загружаемой шихты. Однако, если температура превысит некоторый пороговый уровень и не удастся ее снизить с помощью системы управления, то это говорит о возникновении аварийной ситуации по перечисленным пяти причинам. То есть можно сказать, что если изменение температуры в определенных пределах компенсируется с помощью управляющего воздействия, то техническое состояние печи считается нормальным и она находится в сфере действия системы управления (АСУТП). В тоже время, если даже температура еще не вышла за допустимые границы, но не «подчиняется» системе управления, которая дает команду на ее снижение, то это говорит о том, что ситуация близка к аварийной, и необходимо перейти в сферу влияния подсистемы диагностики.

В работе [7] нами была сделана попытка оценки качества вновь создаваемой технической системы с помощью оценки ее управляемости.

Здесь можно использовать этот же критерий для оценки действующей технической системы с точки зрения текущего состояния ТО. То есть в качестве диагностического признака (ДП) использовать показатель текущей управляемости технологического оборудования. Это возможно сделать при наличии АСУТП, позволяющей контролировать и оценивать входные, выходные переменные и управляющие воздействия на ТО.

4. Методика оценки управляемости температурой в печи

Таким образом, определение степени управляемости ТО позволит на ранней стадии оценить возможность наступления аварийной ситуации. В соответствии с определением Калмана [8] под управляемостью (ликвидацией начального рассогласования) понимают свойство системы иметь управляющие воздействия, которые позволяют перевести ее из заданного начального состояния в требуемое за конечный отрезок времени. В [7] дан глубокий анализ многочисленных методов определения управляемости ТО, однако все они достаточно сложны и требуют знания статических и динамических характеристик объекта управления, что не всегда возможно. Мы в [7] привели методику оценки степени управляемости ТО с использованием знаний, опыта и интуиции операторов-технологов с помощью современных интеллектуальных технологий.

Для определения степени текущей управляемости ТО предлагается использовать следующие критерии: статическая оценка каналов управления, оценка инерционности ТО, оценка помехоустойчивости ТО и оценка измеряемости ТО. Так как критерии помехоустойчивости и измеряемости ТО слабо изменяются во времени, то их можно не учитывать в оценке общей управляемости ТО.

В качестве примера рассмотрим методику оценки степени управляемости ТО для неполадки №13.

При этом под статической оценкой возьмем следующие переменные:

- температура под крышкой электропечи (X_1);
- величина заглубления электродов (X_2);
- факт переключения ступеней трансформатора с момента начала повышения температуры (X_3).

В качестве динамических оценок примем следующие показатели:

- скорость повышения температуры (X_4);
- инерционность объекта (X_5) по каналу «глубина погружения электрода – температура в печи», это время реакции ТО (температура в печи) на управляющее воздействие (глубины погружения электрода).

Выходной переменной будем считать общую оценку управляемости (Y).

Все эти переменные (кроме факта переключения ступеней трансформатора) можно нормализовать, что позволит оценить изменение их значений от минимального до максимального в диапазоне [0 - 1].

Переменная X_3 может принимать лишь два значения: 1 (переключение ступеней было) и 0 (переключения не было).

Необходимо также учесть, что практически все критерии и статические и динамические оценки каналов управления будут изменяться в зависимости от мощности печи. Поэтому необходимо формировать матрицу планирования ПФЭ для каждого значения мощности W_i отдельно.

Теперь можно приступить к самому главному – составлению правил продукции или формирование базы знаний опытных операторов-технологов или ИТР цеха производства желтого фосфора НДФЗ. Например, правила могут иметь следующий вид:

Правило 1: «ЕСЛИ ТЕМПЕРАТУРА МИНИМАЛЬНА» И «ЗАГЛУБЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНО» И «ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ НЕ БЫЛО» И «СКОРОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МИНИМАЛЬНА» И «ИНЕРЦИОННОСТЬ ОБЪЕКТА НИЗКАЯ» ТО «УПРАВЛЯЕМОСТЬ ВЫСОКАЯ»;

Правило 2: «ЕСЛИ ТЕМПЕРАТУРА МАКСИМАЛЬНАЯ» И «ЗАГЛУБЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНО» И «ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ БЫЛО» И «СКОРОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МАКСИМАЛЬНА» И «ИНЕРЦИОННОСТЬ ОБЪЕКТА ВЫСОКАЯ» ТО «УПРАВЛЯЕМОСТЬ НИЗКАЯ»;

Правило 3: «ЕСЛИ ТЕМПЕРАТУРА СРЕДНЯЯ» И «ЗАГЛУБЛЕНИЕ СРЕДНЕЕ» И «ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ НЕ БЫЛО» И «СКОРОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СРЕДНЯЯ» И «ИНЕРЦИОННОСТЬ ОБЪЕКТА СРЕДНЯЯ» ТО «УПРАВЛЯЕМОСТЬ СРЕДНЯЯ»;

и т.д.

Гораздо удобнее эти правила продукции формировать в виде матрицы планирования ПФЭ [4], проводя с экспертами так называемые «мысленные эксперименты», тогда матрица планирования для этих трех правил будет иметь вид (таблицу 2).

Для обеспечения проведения полного факторного эксперимента при трехуровневой оценке переменных: 0, 0.5 и 1.0 количество экспериментальных точек будет равно: $N=3^5=153$. Но желательно применять пятиуровневую оценку: 0.0, 0.25, 0.5, 0.75 и 1.0, тогда количество точек будет равно $N=5^5=2625$. Однако такое большое количество экспериментов трудно реализовать, в этом случае можно осуществить дробный факторный эксперимент (ДФЭ) с меньшим количеством экспериментальных точек [4]. При этом необходимо помнить, что точность интеллектуальных моделей для систем управления должна быть гораздо выше, чем для подсистемы диагностики. Поэтому количество точек при ДФЭ для системы диагностики может быть значительно меньше, чем требуется для управления печью. Но в любом случае, чем больше будет проведено «мысленных экспериментов», тем точнее интеллектуальная модель алгоритма диагностирования.

Таблица 2 – Матрица планирования ПФЭ для оценки степени управляемости для мощности W_i

№ эксперимента	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
1	0	0	0	0	0	1
2	1	1	1	1	1	0
3	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5

Матрицу планирования ПФЭ можно использовать для синтеза одной из трех видов интеллектуальных моделей: нечеткой, нейросетевой или нейро-нечеткой [9-17]. Далее проводятся исследования полученных интеллектуальных моделей на чувствительность, устойчивость, однозначность и адекватность. Лучшую из этих трех моделей можно использовать при создании подсистемы оперативной диагностики.

Далее можно принять, например, следующую градацию оценки степени близости текущего состояния ТО к аварийной ситуации (для неполадки №13) в зависимости от оценки степени управляемости:

а) если значение Y лежит в пределах от 0 до 0,25 – аварийная ситуация возникла;

б) если значение Y лежит в пределах от 0,26 до 0,5 – это предаварийная ситуация;

в) если значение Y лежит в пределах от 0,51 до 0,75 – аварийная ситуация возможна;

г) если значение Y лежит в пределах от 0,76 до 1,0 – печь находится в нормальном состоянии.

В зависимости от величины оценки степени управляемости печи подсистема оперативной диагностики может принять одно из следующих решений:

- в случае (г) – ничего не предпринимать;

- в случае (в) – проанализировать возможные причины снижения управляемости: зависание шихты в загрузочных течках; передержка шлака; короткие электроды; избыток кокса в шихте; облом электрода;

- в случае (б) – в зависимости от результатов анализа произвести одно из следующих действий: выявить течку с зависшей шихтой и «пробить» ее согласно инструкции; слить шлак с максимальным удалением кокса; перепустить электроды или дать «промывку» шихтой, обедненной коксом;

- в случае (а) - действовать по распоряжению технолога цеха.

Аналогично можно сформировать матрицу планирования ПФЭ и для оценки степени управляемости печи при неполадке №6. Неполадку №17 по классификации [9] можно отнести к группе случайных (внезапных), причины возникновения которых невозможно заранее спрогнозировать. Неполадки такого класса фиксируются соответствующими датчиками, а

реакция на них оговаривается в технологических инструкциях и может быть продублирована на экране монитора с помощью подсистемы оперативной диагностики.

Таким образом, предложенная методика оценки степени управляемости ТО позволяет уже на ранней стадии прогнозировать возникновение аварийных ситуаций в электротермической печи и предотвращать их.

Заключение

На основании проведенного анализа литературных источников и предыдущих работ авторов можно сделать следующие выводы:

- 1). Применение систем оценки ТО по его фактическому состоянию позволяет повысить эффективность производства;
- 2). Затраты на создание автоматизированной подсистемы оперативной диагностики существенно снизятся, если она будет включена в структуру действующей АСУТП;
- 3). Эффект от совместного внедрения АСУТП и подсистемы оперативной диагностики значительно возрастет, так как при этом возможно ожидать возникновения так называемого *синергетического* эффекта – когда эффекты от АСУТП и подсистемы оперативной диагностики гораздо выше, чем их простая сумма;
- 4). Функции диагностики позволяют подсистеме на ранней стадии зафиксировать начало деструктивных процессов в ТО;
- 5). Одной из важнейших особенностей технической диагностики является распознавание неисправностей в условиях ограниченной информации, в этих условиях наиболее перспективным подходом может быть использование в задачах распознавания современных интеллектуальных технологий;
- 6). В качестве диагностического признака (ДП) использовать показатель текущей управляемости технологического оборудования;
- 7). Для определения степени текущей управляемости ТО предлагается использовать следующие критерии: статическая оценка каналов управления, оценка инерционности ТО, оценка помехоустойчивости ТО и оценка измеряемости ТО;
- 8). Оценка степени управляемости ТО можно производить с помощью составлению правил продукции или формирование базы знаний опытных операторов-технологов или ИТР цеха производства желтого фосфора и агломерационного цеха НДФЗ.

ЛИТЕРАТУРА

1. М.В. Ионов, М.Н. Краснянский. Автоматизированные системы технической диагностики химико-технологического оборудования // Вопросы современной науки и практики. – 2012. - №2. С. 66-73.

2. А.Р. Титов, Д.Н. Коркушев, А.В. Широков. Разработка и внедрение интеллектуальной системы диагностики мощных силовых трансформаторов. – Казань: Сетевая компания. – 2006, -С. 138.
3. А.В. Андрейченков. Интеллектуальные информационные системы. – Москва: Финансы и статистика. - 2006. –С. 424.
4. Б.А. Сулейменов, Г.М. Мутанов, А.Б. Сулейменов. Интеллектуальные системы управления: теория, методы, средства. – Алматы: Казак университеті. - 2012. – С. 223.
5. П.П. Пархоменко. Основы технической диагностики. Кн. I. Модели объектов, методы и алгоритмы диагностики. – Москва: Энергия. - 1976. – С.464.
6. А.Н. Тихонов. Основы теории надежности и диагностики. – Барнаул: АлтГТУ. - 2008, - С.226.
7. Б.А. Сулейменов, Г.М. Мутанов. Управление технологическими процессами в цветной металлургии. – Алматы: Ғылым. – 1997. – С.279.
8. Kalman R.T. Topics in Mathematical System Theory. Mc Graw-Hill. - New York. - 1969. –P. 375.
9. Zadeh, L.A. “Is there a need for fuzzy logic?”,// NAFIPS 2008 – 2008 Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society-2008.
10. D. Ramot , M. Friedman, G. Langholz, A. Kandel, “Complex fuzzy logic”// IEEE Transactions on Fuzzy Systems, -№ 11-2003.
11. F. Bobillo, U. Straccia. FuzzyDL: An expressive fuzzy description logic reasoned. // 2008 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (IEEE World Congress on Computational Intelligence)-2008.
12. S. Russell, P. Norvig. Artificial Intelligence: A Modern Approach, 3rd edition. // Prentice Hall. – 2009.
13. A. Mayrhauser, R. France, M. Scheetz, E. Dahlman, Generating test-cases from an object-oriented model with an artificial-intelligence planning system.// IEEE Transactions on Reliability. №49-2000.
14. C. Lim, L. Jain. Advances in Swarm Intelligence. // INNOVATIONS IN SWARM INTELLIGENCE. №248., 2009. - 1-7.
15. C. Ramos, J. Augusto, D. Shapiro. Ambient Intelligence—the Next Step for Artificial Intelligence.// IEEE Intelligent Systems. №23. 2008. 15-18.
16. S. Kalogirou. Artificial intelligence for the modeling and control of combustion processes: a review. -2003. 515-566.
17. Li Y., Ang K.H., Chong G.C.Y. Patens, software and hardware for PID control: an overview and analysis of the current art // IEEE Control System Magazine. -2006.-V.26-№1.-P.42-54.

ТЕХНОЛОГИЯ ЖАБДЫҚТАР КҮЙІН АНЫҚТАУДА ЖЕДЕЛ ДИАГНОСТИКА ЖҮЙЕНІ ӘЗІРЛЕУ ӘДІСТЕМЕСІ

Мақалада басқару дәрежесі негізінде технологиялық жабдықтың күйің жедел диагностикасында ішкі жүйелер жасауда әдістемесі ұсынған. Осы объекті басқару талдауы ерте кезеңде пайда болатын

аппатық жаздайды көрсетуге мүмкіндік береді. Осы жүйені технологиялық процессті басқару автоматтырыған жүйсіне құрамына біріктіруі қарастырылады, осы біріктіруі оны тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: технологиялық диагностика, зияткерлік технологиялар, объектіні басқару, диагностикалық белгілер, сраптама жүйелер, анық емес жүйелер, нейрондық желілер, нейрондық және анық емес алгоритмдер, сары жанартас, алгоритмдік өндіріс.

METHOD DEVELOPMENT SYSTEM FOR RAPID DIAGNOSIS STATUS PROCESS EQUIPMENT

Proposed a method creating a subsystem of dynamic diagnosis of the process equipment, based on the analysis of its power handling. Analysis of control object allows you to detect the early stages of the possibility of an emergency and to localize it. Involves the integration of the subsystem into the existing automated process control system (APCS), which will allow more efficient use of its information, hardware and software. Assessment of the degree of control is proposed to estimate using advanced intelligent technologies.

Keywords: technical diagnostics, intelligent technology, handling object, diagnostic features and expert systems, fuzzy systems, neural networks, neuro-fuzzy, yellow phosphorus, sinter plant.

ПРАВИЛА

оформления статей для научного журнала

«Вестник науки КСТУ им. академика З. Алдамжар»

Уважаемый читатель, журнал «Вестник науки Костанайского социально-технического университета имени академика З.Алдамжар» является периодическим научным изданием Международного инновационно-образовательного консорциума, созданного на базе Костанайского социально-технического университета.

В данное издание – серию естественно-технических – принимаются статьи по техническим наукам.

Статьи для публикации представляются на казахском, русском или английском языках. Объем статьи должен быть не более 7 страниц машинописного текста с учетом списка литературы, таблиц и диаграмм.

В конце статьи приводятся сведения об авторе (соавторах): фамилия, имя, отчество, должность, место работы, ученое звание, ученая степень, контактные телефоны, адрес.

Редакция оставляет за собой право публикации или отклонения статьи, при этом автору статьи не возвращаются.

На каждую статью обязательна внешняя и внутренняя рецензия ученого - специалиста по тематике статьи.

Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

- Гарнитура для текстов на казахском языке – только Times New Roman KZ, размер шрифта – 14; для текстов на русском и английском языках – Times New Roman, размер шрифта 14, интервал одинарный. Поля 2 см. Межстрочный интервал одинарный, абзацный отступ - 1 см, книжная ориентация; без колонтитулов и постановки страниц; текст выполнен по ширине, автоматический перенос категорически запрещен.

Формулы в тексте должны быть последовательно пронумерованы (1,2,3 и т.д.) с правой стороны. Под ними приводится полная расшифровка обозначений (знаков).

Статья должна содержать следующие разделы:

1. УДК
2. ФИО автора (ов)*
3. Место работы автора (ов) * *
4. Название статьи (на трех языках)
5. Аннотация (на трех языках)
6. Ключевые слова (на трех языках)
7. Полный текст статьи
8. Список литературы* * *

* ФИО автора(ов) индексируется с местом работы каждого - А.В. Витавская¹, Н.И. Пономарева², Г.К. Алтынбаева³

**** Место работы автора(ов) - Алматинский технологический университет¹, Национальный центр научно-технической информации², Рудненский индустриальный институт³.**

***** Библиографические описания в списке литературы оформляются в соответствии с ГОСТ 7.5-98. В качестве примера приводятся наиболее распространенные описания - статьи, книги, материалов конференций, патенты и электронного ресурса удаленного доступа.**

Статья из периодического издания:

Аксартов Р. М., Айзиков М. И., Расулова С.А. Метод количественного определения леукомизина // Вестн. КазНУ. Сер. хим - 2003. - Т. 1. № 8. - С. 40-41

Книга:

Курмуков А. А. Ангиопротекторная и гиполипидемическая активность леуомизина. - Алматы: Бастау, 2007. - С. 35-37

Публикация из материалов конференции (семинара, симпозиума), сборников трудов:

Абимульдина С. Т., Сыдыкова Г. Е., Оразбаева Л. А. Функционирование и развитие инфраструктуры сахарного производства // Инновация в аграрном секторе Казахстана: Матер. Междунар. конф., Вена, Австрия, 2009. - Алматы, 2010. - С. 10-13

Электронный ресурс:

Соколовский Д. В. Теория синтеза самоустанавливающихся кулачковых механизмов приводов [Электрон. ресурс]. - 2006. URL: http://bookchamber.kz/stst_2006.htm (дата обращения: 12.03.2009).

Уважаемые читатели!

Поскольку издательство журнала «Вестник науки Костанайского социально-технического университета им. З.Алдамжар» осуществляет свою деятельность по принципу самоокупаемости, опубликование одной страницы статьи будет обходиться автору в пределах 500 тенге.

Все Ваши замечания и предложения по оформлению журнала просим направлять в редакцию журнала «Вестник науки Костанайского социально-технического университета им. З.Алдамжар».

Наши реквизиты:

Почтовые – 110010, г. Костанай, ул. Герцена, 27, Костанайский социально-технический университет им. З.Алдамжар, отдел науки.

E-mail: pkkstu@mail.ru.

Платежные – РНН 391700034310, ИИН (БИН) 981040000232

БИК TSESKZKA, ИИК KZ10998GTB0000014870

в КФ АО «Цеснабанк» г. Костанай, ул. Дулатова, 58

КБЕ 17, КНП 890.

Редакция принимает статьи от авторов в очередной номер журнала «Вестник КСТУ» в течение первого месяца каждого квартала.

Редактор: Баймухамедов М.Ф.
Корректурa: Фендюра А.Д.
Оператор печати: Кислица И.Н.

Подписано в печать 15.09.2014г.
Формат 60х84 1/8. Объём в печ. л. 7,5
Тираж 300 экз.

Отдел оперативной печати
Костанайского социально-технического университета
г. Костанай, ул. Герцена, 27

ISSN 2305-3356



9 772305 335125