

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ІМЕНІ В.М. ГЛУШКОВА АН УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛІННЯ  
WARSAW UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES**

---

Факультет автоматизації і комп'ютерних систем

Міжнародна науково-технічна конференція

**«Сучасні методи, інформаційне,  
програмне та технічне забезпечення  
систем управління організаційно-  
технічними та технологічними  
КОМПЛЕКСАМИ»**

27 листопада 2014 рік

---

КИЇВ НУХТ 2014

**Матеріали** Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами», 27 листопада 2014 р. [Електронний ресурс] – К: НУХТ, 2014 р. – 234 с. — Режим доступу: <http://nuft.edu.ua/page/view/konferentsii>

Видання містить програму і матеріали Міжнародної науково-технічної конференції

У матеріалах конференції наведено доповіді за напрямками: автоматизація процесів управління технологічними процесами та комплексами, ієрархічні системи управління та інформаційні системи управління у виробництві та освіті

Матеріали конференції будуть корисні науковим та інженерно - технічним працівникам, виробничникам, потенційним інвесторам, студентам ВНЗ та всім хто пов'язаний з харчовою промисловістю та автоматизацією

**Праці подано в авторській редакції.**

**Редакційна колегія:**

**Голова оргкомітету:**

*Т.Л. Мостенська*, д.е.н., проф., проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків НУХТ

**Заступники голови оргкомітету:**

*А.П. Ладанюк*, д.т.н., проф., завідувач кафедри автоматизації процесів управління НУХТ

*І.В. Ельперін*, к.т.н., проф., проф., завідувач кафедри інтегрованих автоматизованих систем управління НУХТ

*В.В. Самсонов*, д.т.н., проф., завідувач кафедри інформаційних систем НУХТ

**Секретаріат оргкомітету:**

*Л.О. Власенко*, к.т.н., доц. кафедри автоматизації процесів управління НУХТ

*В.М. Сідлецький*, к.т.н., доц. кафедри інтегрованих автоматизованих систем управління НУХТ

*О.М. М'якшило*, к.т.н., доц. кафедри інформаційних систем НУХТ

*О.В. Школьна*, інженер кафедри автоматизації процесів управління НУХТ

## ЗМІСТ

<i>Ладанюк А.П., Ельперін І.В.</i> 55 років підготовки фахівців з автоматизації виробництва в НУХТ (історія) .....	12
<i>Ладанюк А.П., Ельперін І.В.</i> 55 років підготовки фахівців з автоматизації виробництва в НУХТ(сучасність) .....	15
<b>Секція 1. Автоматизація процесів управління технологічними процесами та комплексами .....</b>	<b>17</b>
<i>Анікеев О.О., Цапар В.С.</i> Критеріальні показники якості продукції у процесі скловаріння .....	18
<i>Бабич С.В., Давыдов В.О.</i> Оптимальное управление структурой объекта управления в задачах теплоснабжения .....	19
<i>Бабіченко А.К., Пугановський О.В., Свєшніков І.С.</i> Математичне моделювання і оптимізація процесу дренирування флегми в абсорбційно-холодильних установках виробництв аміаку .....	21
<i>Бачурин А.Е.</i> Модернизация маслообразователей марки ТВФ .....	23
<i>Безуглов А.О., Кільмар Я.С.</i> Статистичне управління складними технологічними об`єктами на основі нейронечітких регуляторів .....	24
<i>Беляев Ю.Б., Левченко А.И.</i> Автоматизация кондиционирования воздуха в хранилищах сырья и пищевых продуктов .....	25
<i>Бирченко А., Власенко Л.О.</i> Проблема розрахунку оптимальних параметрів автоматичних регуляторів .....	26
<i>Бобух А.А., Ковалёв Д.А.</i> Автоматизация процессов управления технологическим объектом системы централизованного теплоснабжения города .....	27
<i>Власенко Л.О., Довженко Є.В.</i> Особливості проведення моделювання для технологічного комплексу молокозаводу в умовах невизначеності .....	29
<i>Волков В.Э.</i> Возможности управления взрывоопасными объектами .....	30
<i>Герасименко Т.М.</i> Статистичне дослідження процесу сушіння пивоварного солоду .....	32
<i>Гончаренко Б.М., Лобок О.П.</i> Мінімаксний синтез оптимального робастного керування .....	33
<i>Егоров В.Б.</i> Новые каналы информации в системах автоматического управления процессами переработки зерна .....	35

<i>Ермолаев Ю.А., Савеленко Г.В.</i>	
Стохастический анализ параметров дуги и электропривода подачи электрода-инструмента процесса размерной обработки дугой .....	37
<i>Жученко О.А., Анікеев О.О.</i>	
Дослідження математичної моделі режиму розігріву одночерв'ячного екструдера .....	39
<i>Жученко А.І., Черьопкін Є.С.</i>	
Параметричний аналіз сушильної частини папероробної машини як об'єкта автоматичного керування .....	41
<i>Заїка В.І., Кишенько В.Д.</i>	
Відновлення диференціальних рівнянь за часовими рядами відділенням дефекосатурації .....	43
<i>Зозуля В.А.</i>	
Використання методу модельно-орієнтованого проектування для створення системи керування верстата з механізмом паралельної структури .....	45
<i>Іванчук В.В., Древецький В.В.</i>	
Комп'ютерне моделювання процесу автоматичного управління брагоректифікаційної установки .....	47
<i>Іващук В.В.</i>	
Спрощення математичних моделей для керування складними об'єктами з асортиментними продуктами .....	49
<i>Кишенько В.Д.</i>	
Автоматизоване управління технологічними комплексами харчових виробництв: інноваційні технології .....	50
<i>Ковалюк Д. О., Чубаров П. М.</i>	
Оптимізація процесу виготовлення полістиролу на основі прогнозування марки продукту .....	52
<i>Коломієць С.М., Кравчук А.Ф.</i>	
Вимірювання і регулювання рН в технологічних процесах виробництва цукру .....	54
<i>Крих Г.Б., Садовська Л.Й.</i>	
Підвищення точності вимірювання реологічних параметрів гідродинамічними перетворювачами .....	55
<i>Кроніковський Д.О.</i>	
Усунення інтегрального насичення в САР з ПІД-регуляторами .....	57
<i>Кутя В.М., Древецький В.В.</i>	
Удосконалення автоматизованої системи контролю якості паливних емульсій .....	59
<i>Ладієва Л.Р., Дубік Р.М.</i>	
Система керування установкою контактної мембранної дистиляції в умовах невизначеності .....	60
<i>Лисенко В. П., Дудник А. О.</i>	
Наукові підходи до створення систем керування електротехнічними комплексами у теплицях .....	61

<i>Лобок О.П., Савіцька Н.М.</i> Мінімаксне оцінювання стану систем з розподіленими параметрами еліптичного типу .....	63
<i>Луцька Н.М.</i> Моделювання технологічних об'єктів та систем керування з невизначеностями у середовищі Matlab .....	64
<i>Максимов М.В., Кокол Е.А.</i> Основы автоматизированного управления свойствами ядерного топлива .....	66
<i>Місюра М.Д.</i> Сучасна автоматизація технологічним комплексом виробництва пива .....	68
<i>Оборский Г.А., Прокопович И.В., Духанина М.А.</i> Метрологическое обеспечение автоматизированного управления трудноизмеримыми процессами в литейном производстве .....	70
<i>Олещенко Л.М., Мошенський А.О.</i> Випробовування радіоканалів для рухомого складу АТП .....	72
<i>Осадчий С.І., Федотова М.О.</i> Визначення параметрів оптимального багатовимірного регулятора для автоматизації процесу сушіння в киплячому шарі методом номограм .....	74
<i>Павлов О.А., Жданова О.Г, Сперкач М.О.</i> Множина перестановок завдань як складова ПДС-алгоритму розв'язання однієї задачі теорії розкладів .....	76
<i>Пастушенко П.А.</i> Дозирование и учет жидких веществ в промышленности .....	78
<i>Піскаръов О. М.</i> Автоматизація процесу контролю та діагностики параметрів робочих органів машин .....	79
<i>Пупена О.М.</i> Розробка та використання імітаційних моделей для відлагодження програмного забезпечення програмованих логічних контролерів .....	80
<i>Рішан О.Й., Сотничук Б.Б.</i> Частотна лінеаризація характеристик перетворення первинних вимірювальних перетворювачів .....	81
<i>Романов М.С.</i> ГЕРТ-мережевий аналіз процесу виробництва пива як об'єкта управління .....	83
<i>Руденко Т.Г., Єрмолаєв Ю.О., Савеленко Г.В.</i> Математична модель системи головний привод - привод подачі фрезерного деревообробного верстата .....	84
<i>Савеленко І.В.</i> Безконтактна система керування синхронним двигуном з постійними магнітами .....	86
<i>Савчук О.В.</i> Система управління складними організаційно-технічними системами на основі когнітивно-ситуаційного підходу .....	88
<i>Сафоник А.П., Таргоній І.М.</i> Автоматизація процесу очищення стічних вод	

від нафти з використанням магнітних фільтрів .....	89
<i>Ситніков О.В.</i>	
Групи теплових потоків в скловарній печі ванного типу .....	91
<i>Смітюх Я.В.</i>	
Управління складними технологічними комплексами в умовах невизначеності .....	92
<i>Становская И.И., Березовская Е.В., Шмараев А.В.</i>	
Автоматизированное управление латентными рисками .....	93
<i>Стеценко Д.О., Смітюх Я.В.</i>	
Використання методу UNIQAS для обчислення коефіцієнтів активності спиртової суміші при побудові імітаційної моделі брагоректифікаційної установки .....	95
<i>Струнін І.В., Гончаренко Б.М.</i>	
Сонячний будинок та розрахунок сонячної установки .....	97
<i>Сюмаченко Д.М.</i>	
Особливості автоматизованого управління технологічними об'єктами із суттєвим запізнюванням .....	99
<i>Теплюх З.М., Ділай І.В., Парнета О.З., Пивовар І.-Р.А.</i>	
Засіб для дискретного задання малих витрат газів .....	100
<i>Федоришин Р.М., Мот В.Р., Чура М.В.</i>	
Дослідження змін температури газу в автоматизованих комерційних системах обліку з роторними лічильниками .....	102
<i>Халус О.А., Антиков Д.В.</i>	
Дослідження ефективності задачі складання розкладу виконання робіт на одному приладі з метою мінімізації сумарного випередження при максимально пізньому моменту запуску виконання робіт в допустимому розкладі .....	104
<i>Цапар В.С., Шабатин Д.І.</i>	
Підхід до моделювання реактора ідеального змішування безупинної дії .....	106
<i>Чернецький М.В., Кишенько В.Д.</i>	
Дослідження хаотичної поведінки технологічного об'єкта управління, аналіз, шляхи розв'язання проблем .....	108
<i>Чорна Ю.О., Трезуб В.Г.</i>	
Визначення сталої часу динамічної моделі процесу вирощування хлібопекарських дріжджів .....	109
<i>Шантир С.В.</i>	
Стохастична інформаційна модель вимірювального сигналу .....	110
<i>Шевченко Н.В.</i>	
Класифікація індивідуальних задач для дослідження ефективності алгоритму розв'язання задачі виконання ідентичними приладами множини завдань із загальним директивним терміном .....	112
<i>Школьна О.В.</i>	
Можливості підвищення ефективності управління випарною установкою цукрового заводу .....	114

<i>Шматов Я.Р.</i>	
Система автоматизованого стеження за технологічним процесом з використанням камери .....	115
<i>Шумигай Д.А., Ладанюк А.П.</i>	
Підхід до розробки системи автоматичного управління складними технологічними комплексами .....	117
<i>Ющук І.В., Овчарук О.В.</i>	
Моделювання та оптимізація процесу першої сатурації цукрового виробництва .....	118
<i>Awtoniuk M., Chochowski A.</i>	
Identyfikacja parametryczna mikroklimatu w produkcji pieczarek .....	119
<i>Krawiec F.</i>	
Концепція інтелігентної мережі розподільчої енергії електричної .....	121
<i>Novakovska N.G., Kyshenko V.D.</i>	
The main causes of the flooding column process of distiller .....	123
<i>Obstawski P., Tulej M.</i>	
Problem jakości regulacji przy strojeniu regulatora PID z wykorzystaniem procedur autotuningu .....	124
<i>Reshetiuk V., Zvieriev I.</i>	
Effective biowaste utilization in greenhouse production .....	126
<i>Zigunov O.M., Kishenko V.D.</i>	
Structure monitoring subsystem in system of complex technological systems .....	128
<b>Секція 2. Ієрархічні системи управління</b> .....	130
<i>Беляев Ю.Б., Левченко А.И.</i>	
Механотронные системы автоматизации технологических процессов пищевых производств .....	131
<i>Герман Е.Є., Лисаченко І.Г.</i>	
Проектування адаптивної нечіткої системи управління сушильною установкою .....	132
<i>Евтушенко С.Н.</i>	
Лабораторная информационная менеджмент-система I-LDS .....	134
<i>Зольников В.А.</i>	
Подходы к описанию иерархических систем .....	136
<i>Кальницький Р.І., Жданова О.Г.</i>	
Генетичний алгоритм розв'язання задачі розбиття множини на декілька підмножин .....	138
<i>Ковалёв Д.А.</i>	
Разработка компьютерно-интегрированных систем управления для систем жизнеобеспечения зданий .....	140
<i>Крохін О.В., Смітюх Я.В.</i>	
Інтелектуальне управління складними технологічними об'єктами .....	141
<i>Лисенко В.П., Лендел Т.І.</i>	
Економічне обґрунтування застосування	

робототехнічного комплексу в теплиці .....	143
<i>Литвин О.М.</i>	
Система керування складним технологічним процесом .....	145
<i>Мацебула Д. В., Ельперін І. В.</i>	
Розробка інтелектуальної системи управління сушінням пивоварного солоду .....	146
<i>Прокопенко Т.О.</i>	
Концептуальний підхід до розробки інтелектуальної інформаційної системи управління технологічним комплексом цукрового заводу .....	148
<i>Проскурка Є.С.</i>	
Розробка структури бази прецедентів для системи підтримки та прийняття рішень на основі прецедентного підходу .....	150
<i>Рачіна М.С.</i>	
Штучна нейронна мережа для систем управління технологічними комплексами .....	151
<i>Сідлецький В.М.</i>	
Система управління динамічно змінюваним технологічним середовищем ...	152
<i>Чирченко Д.В., Охріменко П.Г., Шворов С.А.</i>	
Система підтримки та прийняття рішень щодо організації збору та переробки органічної сировини в біогазових комплексах .....	153
<i>Швед С.М., Ельперін І.В.</i>	
Інтелектуальна автоматизована система управління виробництвом хліба з підсистемою підтримки прийняття рішень .....	155
<i>Шевченко А.М.</i>	
Системна інтеграція – необхідність для сучасної промисловості .....	157
<i>Штепа В. Н., Янковский И. А., Коваленко Н. Н.</i>	
Байесовские нейронные сети информационно-аналитических систем поддержки принятия решений при ведении экологического предпринимательства .....	158
<i>Lysachenko I., German E.</i>	
Using the OPC-technology to debug application software of computer-integrated control systems .....	160
<b><i>Секція 3. Інформаційні системи управління у виробництві та освіті</i></b> .....	
<b><i>Али Аль-Аммори, Шкурко Е.П.</i></b>	
Технико-экономические условия оптимизации информационно-управляющих систем .....	162
<b><i>Бобрівник К.Є., Поворознюк Н.І.</i></b>	
Автоматизоване формування робочої програми дисципліни .....	163
<b><i>Бойко Р.О.</i></b>	
Аналіз нечіткої когнітивної карти підприємства .....	164
<b><i>Бреус Н.М., Маноха Л.Ю., Поліщук Г.Є.</i></b>	
Динамічне моделювання процесу кристалізації води у морозиві .....	166



<i>Бреус Н.М., Маноха Л.Ю., Поліщук Г.Є.</i>	
Обґрунтування розробки експертної системи прогнозування стану водної фази у багатокомпонентних харчових сумішах .....	168
<i>Васильченко А. О., Гладка М.В.</i>	
Управління людськими ресурсами у науковій діяльності інноваційної організації .....	169
<i>Гавриленко В.В., Галкін О.А.</i>	
Сервіси хмарних технологій у навчальному процесі .....	171
<i>Галкін О.А.</i>	
Поведінка варіацій згладжувального параметра при виборі смуги пропускання .....	173
<i>Губарев В.Ф.</i>	
Моделирование сложных систем проблемно-ориентированное на идентификацию и управление .....	174
<i>Гладка М.В.</i>	
Використання методу «стартапів» при плануванні проекту .....	176
<i>Горлова Т.М.</i>	
Оцінка фінансового стану підприємства з використанням сучасних інформаційних технологій .....	178
<i>Загоровська Л.Г.</i>	
Технологія освоєння і впровадження CASE-засобів на підприємстві .....	180
<i>Затворницький П.В., Дуков К.С., Гурский А.А.</i>	
Виртуальный стенд для исследования функционирования холодильной турбокомпрессорной установки .....	182
<i>Зубенко В.О., Осадчий С.І.</i>	
Імітаційна модель каналу передачі даних в інформаційних системах управління .....	184
<i>Єршов В.В.</i>	
EASY RSS – соціальний агрегатом новин .....	186
<i>Єршов П.С.</i>	
Використання об'єктно-реляційних відображень при розробці застосувань для інформаційних систем управління у виробництві .....	188
<i>Кіктєв М.О.</i>	
Алгоритм та програмне забезпечення розрахунку тягової здатності приводу та натяжних пристроїв конвеєрів .....	189
<i>Клименко О.М.</i>	
Використання системи управління навчанням Moodle в освітніх закладах України – перший крок до реформування традиційної освіти .....	191
<i>Ковалевський В. М., Рубіженко Д. І.</i>	
Програмна послідовна передача даних до блоку БПІ-52 і інтерфейсу RS-485 мікропроцесорного приладу МІКРОЛ .....	192
<i>Ковалюк О.О.</i>	
Порівняльний аналіз підтримки веб-інтерфейсів SCADA-системами .....	194

<i>Кононова В.О., Грибков С.В.</i>	
Забезпечення захисту інформації за рахунок використання віртуальних приватних мереж .....	195
<i>Костіков М.П.</i>	
Побудова бази знань словозміни польської мови для адаптивного навчання .....	196
<i>Крет Т.Б.</i>	
Модель системи захисту інформації в інтелектуальних системах керування .....	197
<i>Кубайчук О.О., Вовкодав Н.І.</i>	
Моделювання залежностей в MS Excel з використанням покрокових алгоритмів .....	199
<i>Кубайчук О.О., Кривець Т.О.</i>	
Ідентифікація ARIMA-моделей в MS Excel .....	200
<i>Кургаєв О.П., Григор'єв С.М.</i>	
Графічний опис інформаційних структур .....	201
<i>Ліманська Н.В.</i>	
Оцінка довговічності деталей технологічного устаткування на хлібопекарному підприємстві .....	203
<i>Мазуренко О.О.</i>	
Підвищення надійності програмного забезпечення системи діагностики турбогенератора .....	204
<i>Марченко В.А.</i>	
Особливості організації зв'язку для проведення дистанційних лекцій .....	205
<i>Матіко Ф.Д., Роман В.І., Байцар Р.І.</i>	
Проектування багатоканальних ультразвукових витратомірів для систем керування технологічними комплексами .....	206
<i>М'якишко О. М., Джуренко Т.С.</i>	
Дослідження методів пошуку маркетингових даних в мережі Internet .....	208
<i>М'якишко О.М., Маковецька С.В.</i>	
Інтелектуальні засоби візуальної інформаційної підтримки роботи технолога харчового підприємства .....	210
<i>М'якишко О.М., Харкянен О.В.</i>	
Оцінка ефективності впровадження сховища даних для задач планування харчового підприємства .....	212
<i>Олійник Г.В.</i>	
Використання нейронних мереж для прогнозування замовлень на послуги .....	214
<i>Савченко Т.В.</i>	
Розробка навчальних курсів в системі дистанційної освіти .....	216
<i>Самсонов В.В., Петухов В.Р.</i>	
Матрична форма представлення інформації задачі оптимізації виробничої програми машинобудівного підприємства .....	218
<i>Сєдих О.Л., Маковецька С.В.</i>	
Основні питання розробки інформаційних технологій .....	220

<i>Сільвестров А.М., Логвин Т.В.</i>	
Дослідження методу динамічного програмування .....	221
<i>Становский А.Л., Савельева О.С., Становский А.А.</i>	
Метод структурной диагностики беспроводных компьютерных сетей .....	223
<i>Телишева Т.О., Можаровський А.С.</i>	
Система моніторингу співробітництва кафедри з ІТ – Компаніями .....	224
<i>Цибульська Т.В.</i>	
Формування титульних сторінок освітніх та інформаційних сайтів з урахуванням особливостей уваги людини .....	226
<i>Чаплінський Ю.П., Субботіна О.В.</i>	
Контекст та онтології в реалізації прикладних системах розповсюдження знань .....	227
<i>Krawiec F.</i>	
Concept of Smart Grid for Electric Power Distribution .....	228
<i>Саутком</i>	
Розробка та впровадження систем автоматизації різного призначення .....	230

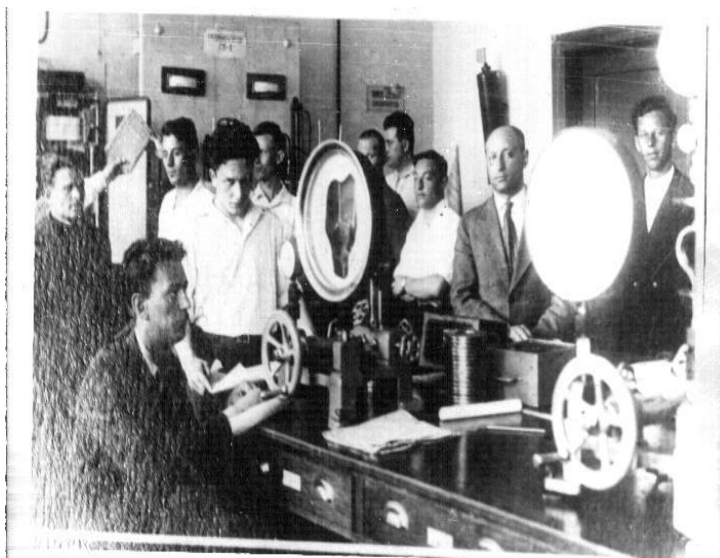
## 55 років підготовки фахівців з автоматизації виробництва в НУХТ (історія)

А.П. Ладанюк, І.В. Ельперін

*Національний університет харчових технологій*

Кафедру автоматизації виробничих процесів як окремий структурний підрозділ інституту було утворено у 1959 р. З часу свого утворення кафедра пройшла два періоди розвитку: перші 30 років пов'язані з традиційним напрямом автоматизації технологічних процесів і останні роки – з автоматизацією цих процесів на базі комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Впродовж 1959–1966 р.р. кафедру очолював професор В.Д. Попов. Матеріально-технічна база кафедри розширювалася та вдосконалювалася за рахунок нових технічних засобів автоматики та електронних і пневматичних систем регулювання. В 1965 р. була створена лабораторія обчислювальної техніки на базі ЕОМ типу “Урал-2М”.



Лабораторія контрольно-вимірювальних приладів  
1937р.

Науково-дослідна робота кафедри була спрямована на розроблення систем автоматизації технологічних процесів (професор Д.І. Скобло та доцент І.П. Глибін). Основні розробки виконувались для підприємств цукрової та хлібопекарської промисловості. Так, у 1963 – 1965 рр. була впроваджена система автоматизованого управління випарною установкою на Хмельницькому цукровому

заводі (керівник – професор В.Д. Попов), а у 1964 р. почалися роботи з автоматизації технологічних процесів Київського хлібокомбінату № 9.

У першій половині 60-х років на основі комплексного дослідження закономірностей робочих процесів та розроблення ефективних систем управління ними були закладені підвалини системного підходу до створення автоматизованих технологічних агрегатів та виробничих ділянок харчових виробництв.

Поряд із створенням систем автоматизації технологічних процесів досліджувалися закономірності кристалізації цукру у вакуумних апаратах неперервної дії.

За наказом Мінвuzu УРСР у 1961 р. була утворена проблемна науково-

дослідна лабораторія (наукові керівники – професор В.Д. Попов, доцент І.С. Гулий), де розпочалися роботи, які пізніше ввійшли до циклу наукових праць "Промислова кристалізація цукрози", і у 1994 р. були відзначені Державною премією України (серед авторів – професори В.Д. Попов, І.С. Гулий, С.І. Сіренко).

З 1966 р. впродовж 10 років кафедру очолював кандидат технічних наук, професор Д.І. Скобло. Склад кафедри збільшився до 20 осіб, серед яких викладачі з вченими ступенями і званнями становили понад 60 %. В цей час колектив активно продовжував роботи з оснащення лабораторій кафедри потрібними технічними засобами. У наукових дослідженнях та у навчальній роботі широко застосовувалось моделювання на аналогових обчислювальних машинах.

У 1976 – 1977 р.р. кафедру очолював кандидат технічних наук, доцент А.М. Чорний. З 1976 р. розпочалася робота з реконструкції матеріально-технічної бази кафедри та переоснащення лабораторій згідно з науковими тенденціями розвитку промисловості та новими вимогами до рівня підготовки спеціалістів.

З 1977 р. кафедру очолює випускник кафедри 1964 р., доктор технічних, професор, академік Міжнародної академії комп'ютерних наук та систем, Заслужений діяч науки і техніки України А.П. Ладанюк. У зв'язку зі зростанням вимог до підготовки спеціалістів у галузі автоматизації промисловості та появою нових можливостей їх підготовки на реконструйованій та осучасненій матеріально-технічній базі у 1987 р. кафедра отримала назву автоматизації технологічних процесів та виробництв.

У 1988 – 1998 рр. кафедрою здійснено повний перехід на нові технічні засоби автоматизації – мікропроцесорні пристрої та контролери та використання їх у комп'ютерно-інтегрованих системах управління. У навчальному процесі на зміну аналоговим обчислювальним машинам МН-7 прийшли персональні комп'ютери.

У 1989 р. вперше в університеті кафедра отримала 5 персональних комп'ютерів ІВМ. Саме з цього часу розпочалася новий етап у розвитку кафедр, в основі якого лежало широке використання у системах управління комп'ютерно-інтегрованих технологій. У 1997 р. була створена лабораторія персональних ЕОМ. У 1999 р. наказом по Українському державному університеті харчових технологій кафедра отримала назву «Автоматизації і комп'ютерно-інтегровані технології».

Одною з перших на Україні, кафедрою було започатковано широке впровадження мікропроцесорних систем управління та розроблення комп'ютерно-інтегрованих структур у харчовій промисловості. Так, у 1987 – 1998 рр. було розроблено та впроваджено понад 30 мікропроцесорних систем управління на ряді підприємств харчової та переробної промисловості України, зокрема на Саливонківському, Узинському, Дуднівському, Хоростківському, Носівському, Рокитнянському, ім. 9-го січня, Цибулівському, Слуцькому (Білорусь), цукрових; Червонослобідському, Будильському, Узинському, Триліському, Стадницькому спиртових; Київських молокозаводах № 2, 3 та на

Черкаському м'ясокомбінаті.

За рішенням Ради Міністрів СРСР з 1972 р. кафедра здійснювала наукове керівництво розробленням сучасних автоматизованих систем експрес-аналізу якості (АСЕАЯ) сировини для харчової промисловості (за участю галузевих науково-дослідних інститутів). За цей час професорсько-викладацький склад відповідно до нових вимог зріс кількісно і якісно, зокрема професори та доценти становили майже дві третини.

Упродовж свого існування вчені кафедри активно виконували науково-дослідну роботу і активно впроваджували у виробництво сучасні системи автоматизації.

У 1998 р. було завершено виконання договору з Держхарчпромом України із розроблення програмно-технічних комплексів для комп'ютерно-інтегрованих систем підвищеної надійності та оперативності управління на основі підсистем інтелектуальної підтримки прийняття рішень. У результаті виконання комплексу науково-дослідних робіт кафедрою розроблено галузеві рекомендації із створення автоматизованих технологічних комплексів у складі комп'ютерно-інтегрованого виробництва (харчова промисловість). Плідна діяльність викладачів кафедри одержала високу оцінку. У 1979 р. робота "Автоматична система вапняного відділення Бобруйського заводу" була нагороджена бронзовою медаллю ВДНГ СРСР (професор В.Г. Трегуб, молодший науковий співробітник А.І. Стадниченко). У 1983 р. дипломом Центрального правління НТТ харчової промисловості СРСР було нагороджено КТІХП за розробку приладів та методик до АСЕАЯ картоплі, виконану колективом кафедри автоматизації під керівництвом В.І. Луцика, А.М. Чорного, Б.М. Гончаренка. У 1985 р. за цикл робіт "Автоматизація періодичних процесів у харчовій промисловості" професор В.Г. Трегуб нагороджений третьою премією на конкурсі за кращу науково-дослідну роботу, виконану у вищих навчальних закладах України.

Кафедра активно здійснювала міжнародне співробітництво. Так, у 1976 – 1987 рр. за кордоном працювали професори В. Г. Трегуб, Б.М. Гончаренко, А. П. Ладанюк (Куба), С. І. Сіренко, завідувач лабораторії О. М. Пиріг (Алжир). Вони передавали спеціалістам цих країн кращий досвід навчально-виховної та науково-дослідної роботи. Зокрема, в Інституті підвищення кваліфікації працівників Міністерства цукрової промисловості Республіки Куба у 1976 р. доцентом Б.М. Гончаренком була спроектована і створена лабораторія автоматизації процесів цукрової промисловості, а також написаний підручник з автоматизації тростинного цукрового виробництва. У Національному інституті легкої промисловості Алжиру в 1977 р. професором С.І. Сіренко була створена кафедра автоматизації, яку він два роки очолював. Ця кафедра за конкурсним оглядом увійшла в 1978 р. до числа кращих в Алжирі. На кафедрі підготовлено також чотири дисертації аспірантами - іноземцями: трьома – з Республіки Куба і одним – з Болгарії (наукові керівники – професори В. Г. Трегуб, А. П. Ладанюк, С. І. Сіренко).

## 55 років підготовки фахівців з автоматизації виробництва в НУХТ (сучасність)

**А.П. Ладанюк, І.В. Ельперін**

*Національний університет харчових технологій*

Роботи в галузі автоматизації технологічних процесів харчових виробництв в інституті виконувались ще в 1937–1959 рр. і здійснювались у двох напрямках: створення необхідних технічних засобів, передусім первинних перетворювачів та створення і впровадження систем автоматизації.

Саме в цей час були створені спеціалізовані лабораторії з автоматичного управління. У 1959 р., як окремий структурний підрозділ інституту було утворено кафедру автоматизації виробничих процесів.

З 1977 р. кафедру очолює випускник кафедри 1964 р., доктор технічних, професор, академік Міжнародної академії комп'ютерних наук та систем, Заслужений діяч науки і техніки України А.П. Ладанюк.

Завідувач кафедри професор А.П. Ладанюк спрямував ініціативу колективу на завершення реконструкції матеріально-технічної бази та переобладнання навчальних лабораторій, розпочаті в попередні роки. Була створена лабораторія автоматичних систем управління (АСУ) технологічних виробництв, а на її базі – лабораторія персональних ЕОМ, що в першій половині 80-х років почала поповнюватися мікропроцесорними засобами автоматизації.

У 2000 роки розпочався новий етап модернізації навчальних лабораторій. Було налагоджено співробітництво з провідними фірмами світу, які займалися розробкою і впровадженням нового покоління мікропроцесорних управляючих пристроїв – програмованих логічних контролерів і інших технічних засобів автоматизації.



Лабораторія мікропроцесорної техніки з обладнанням фірми Schneider Electric



Лабораторія автоматичного управління з обладнанням фірм Honeywel, Danfos, Овен

Сьогодні навчальні лабораторії мають одне із найкращих в Україні оснащення технічними засобами провідних фірм світу: Schneider Electric, Vira,

Mitsubishi, Hitachi, Honeywell, Siemens, Danfos, Open System, FESTO, Овен, Мікрол, Тера та ін., що забезпечує можливість майбутнім фахівцям не тільки оволодівати ґрунтовними теоретичними знаннями, а й набувати необхідних практичних навичок, що дуже цінується майбутніми роботодавцями. У 2011 р., шляхом поділу кафедри автоматизації і комп'ютерно-інтегровані технології були створені дві кафедри: «Автоматизації процесів управління» (зав.кафедри проф. Ладанюк А.П.) і «Інтегрованих автоматизованих систем управління» (зав. кафедри Ельперін І.В.).

Упродовж своєї історії на кафедрах працювали і працюють ветерани: професори А.П.Ладанюк, Д.І.Скобло, В.Г. Трегуб, Б.М. Гончаренко, І.В.Ельперін, В.Д.Кишенько; доценти А.М. Чорний, П.А. Куліш, І.П. Глибін, І.С. Скрипко, Є.Н. Півень, Г.Ф. Калениченко, В.Д. Цюцюра, О.І. Левченко, І.І.Гармаш, Л.І.Корнієнко, Є.Л.Календро, О.М.Баришніков; ст. викл. В.А.Федоренко, В.М.Кушков, К.С.Архангельська; асистенти Є.А.Яценко, К.В.Коновалов.

Показниками плідної науково-дослідної роботи кафедр за час їх існування є підготовка і захист трьох докторських та більше 20 кандидатських дисертацій, отримання понад 100 авторських свідоцтв, підготовка та публікація чотирьох підручника та понад 400 статей і тез виступів на міжнародних науково-технічних конференціях.

В університеті протягом більш ніж 20 років функціонує спеціалізована вчена рада 26.058.05 по захисту кандидатських дисертацій зі спеціальності 05.13.07 «Автоматизація процесів керування», голова – проф. Ладанюк А.П., членами якої у різні періоди часу були: проф. Трегуб В.Г., проф. Беляєв Ю.Б., проф. Гончаренко Б.М., проф. Ельперін І.В., проф. Кишенько В.Д., доц. Календро Є.Л. В останні роки кандидатські дисертації захистили нинішні викладачі кафедр АПУ та ІАСУ Іващук В.В., Луцька Н.М., Смітюх Я.В., Пупена О.М., Власенко Л.О., Сідлецький В.М., Місюра М.Д., Заєць Н.А., Глущенко М.С., Шаруда С.С., Швед С.М., Кроніковський Д.О., а також викладачі Сумського технікуму харчової промисловості (Зігунов, - керівник проф. Кишенько В.Д.).

Викладачі кафедри приймають активну участь у роботі методичних комісій МОН України. Так проф. Ладанюк А.П. є головою підкомісії з напрямку «Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології» науково-методичної комісії МОН України з «Автоматики і управління», членами цієї підкомісії є проф. Ельперін І.В., доц. Луцька Н.М., доц. Іващук В.В. Проф. Ельперін є головою робочої групи МОН України з розробки стандартів з напрямку «Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології».

Кафедра з оптимізмом зустрічає третє тисячоліття, оскільки має всі можливості для забезпечення навчального рівня підготовки фахівців.



# 1 СЕКЦІЯ

***АВТОМАТИЗАЦІЯ  
ПРОЦЕСІВ  
УПРАВЛІННЯ  
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ  
ПРОЦЕСАМИ ТА  
КОМПЛЕКСАМИ***

**Критеріальні показники якості продукції у процесі скловаріння****О.О. Анікєєв, В.С. Цапар***Національний технічний університет України «КПІ»*

Під час постановки задач автоматизації скловарної печі найскладнішим моментом є формування критерію керування з урахуванням показників якості технологічного процесу скловаріння. Тобто характеристик котрі б могли бути визначальними для системи керування. Регламентовані ДСтУ показники якості, кількість бульбашок і свиль, можна визначити лише через значний проміжок часу і, відповідно, керуючий вплив буде поступати на регульовальні органи із значним запізненням, що, в результаті, призведе до значних втрат у вигляді бракованої продукції. Отримати значення показників якості у процесі скловаріння або спрогнозувати якість вихідної продукції дуже важко. Виникає необхідність сформувати такий критерій керування котрий дозволить в режимі реального часу впливати на технологічний режим печі, забезпечуючи тим самим необхідні якісні характеристики готової продукції.

Дослідження [1],[2] показали значну залежність між показниками якості та температурним режимом скловарної печі. Отже за основу критерію керування слід взяти температури у визначальних точках скловарної печі. Критерій із обмеженням матиме вигляд (1):

$$J = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_i - T_i^z)^2 \quad (1)$$

$$J \rightarrow \min$$

$$T_{i\min} \leq T_i \leq T_{i\max}$$

де,  $n$  – кількість обраних точок,  $T_i$  – температура у визначених точках печі,  $T_i^z$  – задане значення температури у визначених точках,  $T_{i\min}, T_{i\max}$  – допустимі мінімальні та максимальні значення температур у відповідних точках.

Використання даного критерію дозволяє, мінімізуючи відхилення температурних значень від заданих, сформувати температурні поля у скловарній печі, за котрих на виході буде отримуватись продукція відповідної якості. Також, із використанням такого критерію можна синтезувати автоматизовану систему керування процесом скловаріння у режимі реального часу, нівелюючи значне запізнення, котре виникає при використанні показників якості готової продукції.

**Література**

1. Цапар В.С. Study of the glass furnace temperature field effect on glass product quality factors / В.С. Цапар, А.І. Жученко // Вісник НТУУ «КПІ» Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження 1(12), 2014. – 7-11 с.
2. Каримов Р.Н. Влияние параметров стекловарения на качество ленты стекла непрерывного проката / Р.Н. Каримов, А.С. Махновецкий, Г.Ф. Повитков, А.К. Ширшов // В сб: Производство технического и строительного стекла. – Саратов: Приволжское изд-во. – Вып.3. – 41-45 с.

## Оптимальное управление структурой объекта управления в задачах теплоснабжения

**С.В. Бабич**

*ПАТ «Одессаоблэнерго», Коминтерновский РЭС*

**В.О. Давыдов**

*Одесский национальный политехнический университет*

Современные адаптивные системы управления способны функционировать в очень широком диапазоне изменения возмущающих воздействий, но эта адаптация не абсолютная. Поломка оборудования, плановые ремонт и техобслуживание могут приводить к полной остановке технологического процесса.

Для повышения надежности, а также для обеспечения непрерывного технологического процесса на соответствующих технологических объектах как правило вводят резервирование. При этом реализуется простое управление структурой объекта управления с целью либо поддержания равномерного износа всего оборудования либо с целью обеспечить наличие «горячего резерва» в любой момент времени. Но резервирование позволяет не только обеспечить высокую надежность технологического процесса, наличие альтернативных единиц оборудования открывает потенциальные возможности по управлению структурой объектов управления с целью оптимизации технологических процессов.

Перспективной отраслью для применения концепции управления структурой объектов управления является теплоэнергетика. При создании современных систем теплоснабжения используется большой арсенал источников тепловой энергии различных как по своей физической природе, так и по эффективности преобразования первичной энергии в тепловую. Учтем, что тарифы на электроэнергию и газ зависят от количества уже потребленного ресурса, а также тариф на электроэнергию изменяется в течение суток. Учтем, что такой источник тепловой энергии как тепловой насос наравне с другими источниками может решать задачу теплоснабжения зимой, но только он способен решать задачу хладоснабжения летом. Наложим ограничения количество доступной электроэнергии и газа. Помимо требований к высокой надежности системы и непрерывности технологического процесса зададимся такими целями как: минимальная себестоимость получаемой тепловой энергии, максимальные качество процесса и эффективность оборудования. Суммируя все это мы потенциально получаем системы в которых управление структурой стандартными средствами АСУ ТП невозможно.

Для исследования и решения данной задачи прежде всего была разработана имитационная модель объекта управления. Был рассмотрен частный коттедж система теплоснабжения которого состояла из двух газовых котлов и теплонасосной установки.

Далее было разработано математическое обеспечение позволяющее отслеживать изменения таких параметров как вероятность отказа системы  $R(x,t)$ , стоимость энергоресурсов  $S(x,t)$ , эффективность преобразования энергии  $E(x,t)$  и качество обеспечения заданной температуры  $Q(x,t)$ .

Стоит отметить, что при анализе параметра надежности  $R(x,t)$  была принята модель по которой надежность определяется двумя составляющими: вероятностью внезапных отказов и вероятностью износных отказов. Эффективность оборудования определялась эксергетическим КПД, а для оценки качества технологического процесса были использованы характеристики среднего и максимального отклонения текущей температуры от заданного значения. Все критерии были преобразованы таким образом, чтобы идеальное решение соответствовало нулевому значению соответствующего критерия. Для объединения выданных критериев оптимальности в целевую функцию был использован метод целевого программирования.

Было принято, что каждая единица оборудования работает в релейном режиме т.е. может быть либо включена либо выключена. Решение по управлению оборудованием представляло собой план переключения оборудования системы на некотором интервале времени с неким шагом дискретности  $\Delta\tau$ .

Мы понимали, что оптимальное решение в каждый момент времени не дает оптимального решения на всем интервале, и необходимо решать задачу прогнозирования траектории движения системы в будущем. Поэтому для поиска оптимального решения был применен генетический алгоритм.

Анализ результатов моделирования показал, что система управления в зависимости от ограничений на ресурсы адаптирует соответствующим образом свою стратегию использования доступных ресурсов. Увеличение приоритета одного из технико-экономических показателей целевой функции, путем изменением значений весовых коэффициентов приводит к появлению принципиально различных стратегий поведения системы управления. Так, например, высокое значение показателя качества достигается за счет снижения надежности и существенного увеличения стоимости решения. В тоже время высокое значение показателя надежности обеспечивается за счет снижения качества обеспечиваемой температуры, но затраты на реализацию такого решения минимальны.

В заключении стоит отметить, что современный уровень развития науки и техники позволяют решить задачу управления структурой систем теплоснабжения на качественно новом уровне. Появляется возможность поддержание оптимального соотношения между надежностью системы, максимальной эффективностью используемого в данный момент оборудования, минимумом стоимости потраченных ресурсов и максимальным качеством управления технологическим процессом.

## Математичне моделювання і оптимізація процесу дренажування флегми в абсорбційно-холодильних установках виробництв аміаку

А.К. Бабіченко, О.В. Пугановський, І.С. Свєшніков

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

Завдяки можливості утилізації низькопотенціальної теплоти абсорбційно-холодильні установки (АХУ) знайшли широке застосування у різних енерготехнологічних системах виробництв хімічної промисловості, зокрема у блоках вторинної конденсації великотоннажних агрегатів синтезу аміаку серії АМ-1360. Досвід експлуатації АХУ у складі цих агрегатів свідчить про нестабільність їх роботи, що значною мірою пов'язано з безперервними сезонними та добовими змінами зовнішнього теплового навантаження на повітряні конденсатори абсорбери і випарники [1]. Це обумовлює зміни і холодопродуктивності і температури вторинної конденсації ( $5 \div -10^\circ\text{C}$ ), підвищення якої навіть на  $1^\circ\text{C}$  збільшує енерговитрати блоку компресії з паровим приводом по природному газу і знесоленій воді відповідно на  $0,77 \text{ нм}^3/\text{т. NH}_3$  і  $7,36 \text{ кг/ т. NH}_3$  [2].

Одним з ключових апаратів АХУ, де власне і відбувається охолодження циркуляційного газу (ЦГ) та остаточне виділення продукційного аміаку з ЦГ, є випарник. Особливість процесу випаровування рідкого аміаку (холодоагенту) полягає у тому, що цей холодоагент містить деяку кількість води і вагова концентрація його на вході за проектом складає  $0,998 \text{ кг/кг}$ . За абсолютного тиску випаровування  $0,29 \text{ МПа}$  у випарнику накопичується вода, для вилучення якої схемою передбачене дренажування її у вигляді флегми до абсорбера АХУ. Проте в літературі відсутні кількісні залежності по впливу флегми на ефективність процесу охолодження ЦГ. При цьому, з одного боку недостатнє дренажування флегми викликає накопичення води у випарнику, внаслідок чого зменшується концентрація холодоагенту і підвищується за одного і того ж тиску температура кипіння, а холодопродуктивність зменшується. З іншого боку надмірна витрата флегми призводить до втрати холодоагенту, який може бути випарений, що також знижує холодопродуктивність, а отже і збільшує температуру вторинної конденсації. Тому, безумовно існує деяке оптимальне значення витрати флегми, яке забезпечить максимальну як холодопродуктивність АХУ, так і мінімальну температуру вторинної конденсації. З цієї метою були проведені дослідження методом математичного моделювання.

В процесі досліджень використовувались експериментальні дані отримані в промислових умовах, на підставі яких була проведена статична ідентифікація математичної моделі з визначенням основного параметру зв'язку – коефіцієнту теплопередачі. Розрахунок оптимальної витрати флегми здійснювався методом сканування за спеціально розробленим алгоритмом, який на відміну від загально відомих дозволяє визначити як поверхню трубок  $F$  так і їх кількість  $n$ , занурених у рідкий холодоагент. Окремі результати досліджень за розробленим

алгоритмом, що наведені на рис. 1, дозволяють встановити закономірності впливу витрати флегми на ефективність процесу теплообміну у випарнику з визначенням її оптимальної величини. Розрахунок проведено за обмежень по концентрації холодоагенту на вході  $\xi_X^{BX} = 0,998$  кг/кг, тиску кипіння  $P_0 = 0,29$  МПа, температурі ЦГ на вході  $t_{Ц}^{BX} = 16^\circ\text{C}$ , витраті холодоагенту на

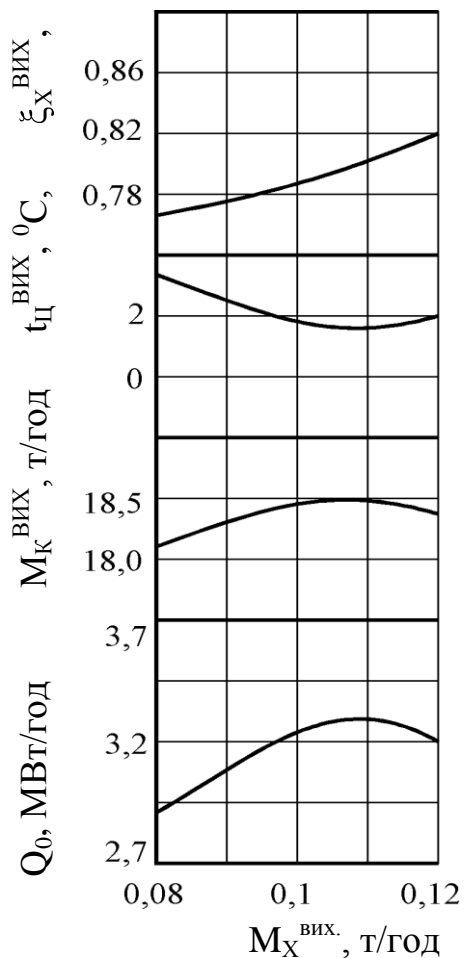


Рис. 1. Кількісні залежності основних показників роботи випарника

вході  $M_X^{BX} = 10,72$  т/год, температурі холодоагенту на вході  $t_X^{BX} = 30^\circ\text{C}$ .

Згідно досліджень наявність оптимальної витрати флегми, за якої спостерігаються максимальна кількість холодоагенту  $M_Y^{BIX}$ , що випаровується, та екстремальні значення по холодопродуктивності  $Q_0$ , температурі ЦГ на виході випарника  $t_{Ц}^{BIX}$  і кількості сконденсованого продукційного аміаку  $M_K^{BIX}$  пов'язано з необхідністю дотримання загального балансу по витраті і енергії. При цьому, збільшення витрати флегми до певної межі за постійності тиску сприяє підвищенню концентрації холодоагенту у рідкій фазі  $\xi_X^{BIX}$  міжтрубного простору і зменшенню температури кипіння холодоагенту. Внаслідок чого підвищується  $M_Y^{BIX}$ ,  $Q_0$  і  $M_K^{BIX}$  та знижується температура  $t_{Ц}^{BIX}$ . Подальше збільшення  $M_X^{BIX}$  призводить до втрати холодоагенту з флегмою та зниження рівня холодоагенту, а отже і ефективної поверхні теплопередачі  $F$ . За такої умови зменшуються  $M_Y^{BIX}$ ,  $Q_0$ ,  $M_K^{BIX}$  і збільшується  $t_{Ц}^{BIX}$ .

Таким чином, розроблені математична модель, алгоритми статичної ідентифікації та оптимізації, дозволяють в реальних умовах експлуатації за різних збурюючих зовнішніх впливів, діючих на випарник, визначати оптимальну величину витрати флегми та застосовувати їх в режимі супервізорного управління процесом дренажування.

### Література

1. Бабиченко А.К. Исследование эффективности эксплуатации участка вторичной конденсации агрегата синтеза аммиака от температуры атмосферного воздуха / А.К. Бабиченко // Вестник НТУ «ХПИ». – Х.: НТУ «ХПИ». – 1999. – Вып. 26. – С. 96-99.

1. Бабиченко А.К. Влияние температуры вторичной конденсации на экономические показатели работы агрегатов синтеза аммиака большой мощности / А.К. Бабиченко, В.Т. Ефимов // Вопросы химии и химической технологии. – Днепро-ск: УГХТУ. – 1986. – Вып. 80. – С. 113-117.

**Модернизация маслообразователей марки ТВФ****А.Е. Бачурин***компания «Тетра-ОТИЧ»*

Маслообразователи марки ТВФ изготавливаются предприятиями «Тетра-ОТИЧ» и «Альфа-СБТ» более десяти лет. Маслообразователи данной марки, выпускаются производительностью от 150 до 3000 кг/час. Каждый год в конструкцию маслообразователя вносятся усовершенствования и дополнения для улучшения его функциональных возможностей. В текущем году модернизированы основные узлы, отвечающие за качество охлаждения продукта, его механическую обработку, а также создана новая автоматизированная система управления аппаратом.

Следующим объектом модернизации маслообразователя ТВФ-2 является система управления аппаратом. Простая автоматизированная система автоматического регулирования технологических параметров с ручным управлением работы отдельных узлов заменена на автоматическую систему управления маслообразователем, которая позволяет производить автоматический пуск и работу маслообразователя согласно наперед заданными настройками.

Автоматизированная система использует современные методы сбора, обработки и передачи данных, благодаря чему достигается надежность и гибкость системы, это обусловлено использованием промышленных технических средств с стандартными и унифицированными сигналами, что позволяет строить интегрированную структуру, независимую от того какой фирмы используются датчики, вторичные приборы, и другие системы контроля и управления. Для отработки указанных функций алгоритма управления использована программа. Для этого автоматическая система управления маслообразователем снабжена промышленным контролером и программным обеспечением фирмы Siemens, что позволяет обрабатывать следующие функции:

Запуск маслообразователя с последовательным включением отдельных его узлов, отбора пробы с подтверждением пуска готового продукта на расфасовку. Регулирование технологических параметров работы маслообразователя с учетом корректности процесса (температуры продукта на различных стадиях процесса, нагрузки на двигатели, давления продукта в системе, наличия продукта в контуре маслообразователя). Отработка блокировок с корректным выходом из нештатной ситуации либо остановкой аппарата. Корректная остановка маслообразователя. Меню дисплея управления маслообразователем позволяет устанавливать собственные технологические параметры в систему автоматического управления и возвращаться к заводским настройкам. Кроме того в меню, отображаемом на дисплее, можно найти необходимые сведения о наименовании установленного электрооборудования и быстро изнашиваемых частях маслообразователя, что требуется при техническом обслуживании аппарата.

## Статистичне управління складними технологічними об'єктами на основі нейронечітких регуляторів

А.О. Безуглов, Я.С Кільмар

*Національний університет харчових технологій*

Традиційні методи автоматичного регулювання для складних технологічних об'єктів, які є багатовимірними, нелінійними та нестационарними, не забезпечують необхідних показників якості системи. В сучасній теорії управління, виділяють кілька ефективних методів, які дають можливість значно покращити показники функціонування системи автоматизації складних об'єктів. Насамперед активно розвиваються методи статистичного управління, нейронечіткого управління і т.д.

Розглядаються такі методи. Статистичний аналіз дозволяє повністю відслідкувати поведінку технологічного об'єкта, на якому його застосовують. Всі піки та спади у виді графіків, та приблизно спрогнозувати поведінку об'єкта. За допомогою статистичних даних які були зняті за допомогою контрольних карт Шухарта і Хотеллінга. Це надає можливість точно відслідкувати поведінку об'єкта і за допомогою набутого досвіду оператора здійснити управляючий вплив на об'єкт.

Мета контрольних карт – виявити не природні зміни в даних з повторюваних процесів і дати критерії для виявлення відсутності статистичної керованості. Процес знаходження в статистичній керованості станів, якщо мінливість викликана тільки випадковими процесами.

Натомість нейронечіткі регулятори дозволяють своєчасно відслідковувати й передбачати робочі параметри, порівнювати їх з аварійними відхиленнями і робити висновки працездатності складних об'єктів і установок. Це їх відрізняє від традиційних методів, можливістю діагностування в складних об'єктах з непередбачуваними, нечіткими параметрами, на декілька кроків(ітерацій) наперед. Нейронечіткі регулятори дозволяють передбачати, на основі попередніх даних, в умовах неповної інформації про статистичні й динамічні характеристики складних технологічних об'єктів, таких як дифузійні та випарні установки.

Основним завданням статистичних та інтелектуальних системи в складних технологічних об'єктах є :підвищення якості регулювання температурних режимів; врахування запізнювання викликаного кінетичною енергією агрегатів; завантаженістю і т.д.

### Література

1. *Клячкин В.* Практикум по прикладной статистике. Учебное пособие. //С.Валеєв, В. Клячкин Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 130 с
2. *Михайленко В.* Синтез адаптивного нечіткого регулятора з прогнозувальною нейронечіткою мережею / В. Михайленко Р. Харченко // Одеська державна академія холоду, м. Одеса; Вісник СумДУ. Серія “Технічні науки”, №3 2012.



## **Автоматизация кондиционирования воздуха в хранилищах сырья и пищевых продуктов**

**Ю.Б. Беляев, А.И. Левченко**

*Национальный университет пищевых технологий, Украина, Киев*

Технологические и резервные хранилища зерна, овощей, мяса, рыбы, птицы, солений и других потребительских пищевых продуктов являются основой жизнеспособности населения и государственной безопасности.

Современным лидером создания холодильной техники с автоматическим регулированием режимов хранения продукции, обслуживания хранилищ и контроля по Internet-технологиям является корпорация Danfoss (Дания).

На линии всасывания системы кондиционирования воздуха установлен регулятор давления с электронным управлением KVS по сигналам от блока управления PLC, который получает сигналы от датчика температуры, установленного в оттоке воздуха, выходящего из помещения. KVS открывается при повышении температуры отработанного воздуха. Если температура повышается, клапан открывается и давление всасывания увеличивается. При уменьшении давления кипения пара хладагента и увеличении давления его всасывания уменьшается перепад давления на клапане, увеличивается производительность испарителя и компрессора. При понижении давления температура воздуха понижается, клапан закрывается, давление всасывания пара уменьшается. При увеличении давления кипения и уменьшении давления всасывания увеличивается перепад давления на клапане, уменьшается производительность испарителя и компрессора.

Производительностью компрессора управляет регулятор типа KVC, не допускающий падение давления всасывания до величины, когда компрессор отключается по низкому давлению, или давление всасывания опускается ниже минимально допустимого значения. Это достигается настройкой клапана KVC, который открывается, пропуская горячий пар высокого давления по байпасной линии на сторону всасывания, уменьшая тем самым холодопроизводительность установки. В результате температура высокого давления пара также увеличивается, увеличивая опасность коксования масла в клапанах компрессора.

Для предотвращения перегрева пара при всасывании компрессором в байпасную линию устанавливается клапан типа T, датчик которого размещается перед компрессором. При перегреве хладагента клапан открывается и жидкий хладагент подается в линию всасывания. Для предотвращения попадания жидкого хладагента в линию всасывания при отключении холодильной установки перед терморегулирующим клапаном устанавливается соленоидный клапан типа EVR.

### **Литература**

1. Автоматизация коммерческих холодильных установок: Руководство по регулированию, ЗАО Данфосс–Режим доступа: [URL:http://danfoss.com/Russia](http://danfoss.com/Russia)

**Проблема розрахунку оптимальних параметрів автоматичних регуляторів****А.К. Бирченко, Л.О. Власенко***Національний університет харчових технологій*

В промисловості найчастіше використовуються ПІ- та ПІД-регулятори. Є велика кількість методів розрахунків оптимальних параметрів стандартних регуляторів, але вони продовжують розвиватись і вдосконалюватись.

До класичних методів розрахунку оптимальних параметрів ПІ-регуляторів відносяться методи Циглера-Ніколса, розширених частотних характеристик, графо-аналітичний, метод, що базується на побудові лінії рівного ступеня коливальності, різні частотні критерії тощо. До недоліків зазначених методів слід віднести: неточності, що виникають при побудовах; при визначенні значень необхідних параметрів по перехідним процесам, кривим розгону та іншим графікам; похибки розрахунків; суттєві часові затрати та ін. [1].

Класичними методами розрахунку оптимальних параметрів ПІД-регуляторів є метод розширених частотних характеристик, Циглера-Ніколса та графоаналітичний. Ці методи мають ті ж недоліки, що і для визначення параметрів налаштування ПІ-регуляторів [1].

Останнім часом активно розвиваються методи пошуку оптимальних параметрів регуляторів, що характеризуються високою точністю, швидкістю знаходження оптимальних значень для об'єктів з різним ступенем інерційності. До найбільш популярних сучасних методів належать методи Нелдера-Міда, мережевого пошуку, генетичний (OptimaNGA), NCD-оптимізації [2].

Для інерційних і складних об'єктів добре зарекомендували себе малоітераційні методи Нелдера-Міда та мережевого пошуку в яких час на пошук оптимальних параметрів зростає не суттєво в порівнянні з іншими. Високу точність забезпечують методи: генетичний (OptimaNGA) та NCD-оптимізації, що підтверджується роботами [2, 3].

В умовах сучасного розвитку мікропроцесорної та комп'ютерної техніки доцільно використовувати новітні методи розрахунку оптимальних параметрів стандартних регуляторів, що приводить до підвищення ефективності роботи системи автоматизації об'єктів різної складності і інерційності.

**Література**

1. *Ладанюк, А. П.* Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами : навч. посіб. / А. П. Ладанюк, К. С. Архангельська, Л. О. Власенко — К.: НУХТ, 2014. — 274 с.
2. *O'Dwyer A.* Handbook of PI and PID Controller Tuning Rules [2nd Edition] / A. O'Dwyer. – Dublin Institute of Technology: Imperial College Press, 2006. – 545 p.
3. *Ладанюк А. П.* Показатели функционирования и устойчивости систем с многопараметрическими регуляторами / А. П. Ладанюк, Д. О.Крониковский// Проблемы управления и информатики. - 2011. - № 2. - С. 122-128.

**Автоматизация процессов управления технологическим объектом  
системы централизованного теплоснабжения города****А. А. Бобух***Национальный технический университет "Харьковский политехнический  
институт"***Д. А. Ковалёв***Харьковский национальный университет городского хозяйства  
имени А.Н.Бекетова*

Повышение эффективности эксплуатации и снижение энергопотребления инженерных сетей системы централизованного теплоснабжения (СЦТ) города представляют собой актуальные научно-технические задачи в сфере теплоснабжения. Решение этих задач возможно за счет разработки и применения автоматизированных систем управления (АСУ) технологическими объектами СЦТ, реализуемых на базе современных контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации, в том числе микропроцессорных контроллеров (МПК). При модернизации СЦТ мало внимания уделяется разработке АСУ для одного из его технологических объектов управления (ТОУ) – подкачивающей насосной станции (ПНС).

ПНС на подающих и обратных трубопроводах СЦТ оборудуются при значительных перепадах высот на отдельных магистралях и являются дополнительной ступенью поддержания требуемого гидравлического режима тепловой сети после них.

На рисунке 1 приведен фрагмент функциональной схемы автоматизации (ФСА) ТОУ ПНС, для которого используются следующие обозначения: 1-5 – подкачивающие насосы с электродвигателями подачи теплоносителя; 6-12 – обратные клапаны для осуществления «рассечки» тепловой сети; 13 – переключатель для выравнивания давления теплоносителя в подающем к ПНС и обратном от ПНС трубопроводах; 1.1 – теплоноситель в подающем трубопроводе от источника тепловой энергии к ПНС; 1.2 – теплоноситель в обратном трубопроводе от ПНС к источнику тепловой энергии; 1.3 – теплоноситель в подающем трубопроводе от ПНС к районным тепловым распределительным сетям; 1.4 – теплоноситель в обратном трубопроводе от районных тепловых распределительных сетей к ПНС.

Для повышения эффективности эксплуатации и снижения энергопотребления СЦТ разработан фрагмент ФСА ТОУ ПНС с нижеследующими АСУ параметрами технологических процессов для их реализации:

1. АСУ разностью температур теплоносителя от ПНС к районным тепловым распределительным сетям и от них к ПНС с выдачей управляющих воздействий на изменение числа оборотов электродвигателя подкачивающего насоса №3 с коррекцией по давлению в напорном патрубке этого насоса (поз. 1.1; 2.1; 10.1; 1.2; МПК).

2. АСУ давлением в обратном трубопроводе от ПНС в магистральные тепловые сети с выдачей управляющих воздействий на автоматический пуск/останов или изменение числа оборотов электродвигателей подкачивающих насосов №1 и №2 с коррекцией по давлению в напорных патрубках этих насосов (поз. 3.1; 4.1; 4.2; МПК; поз. 8.1; 9.1; 9.2; МПК).

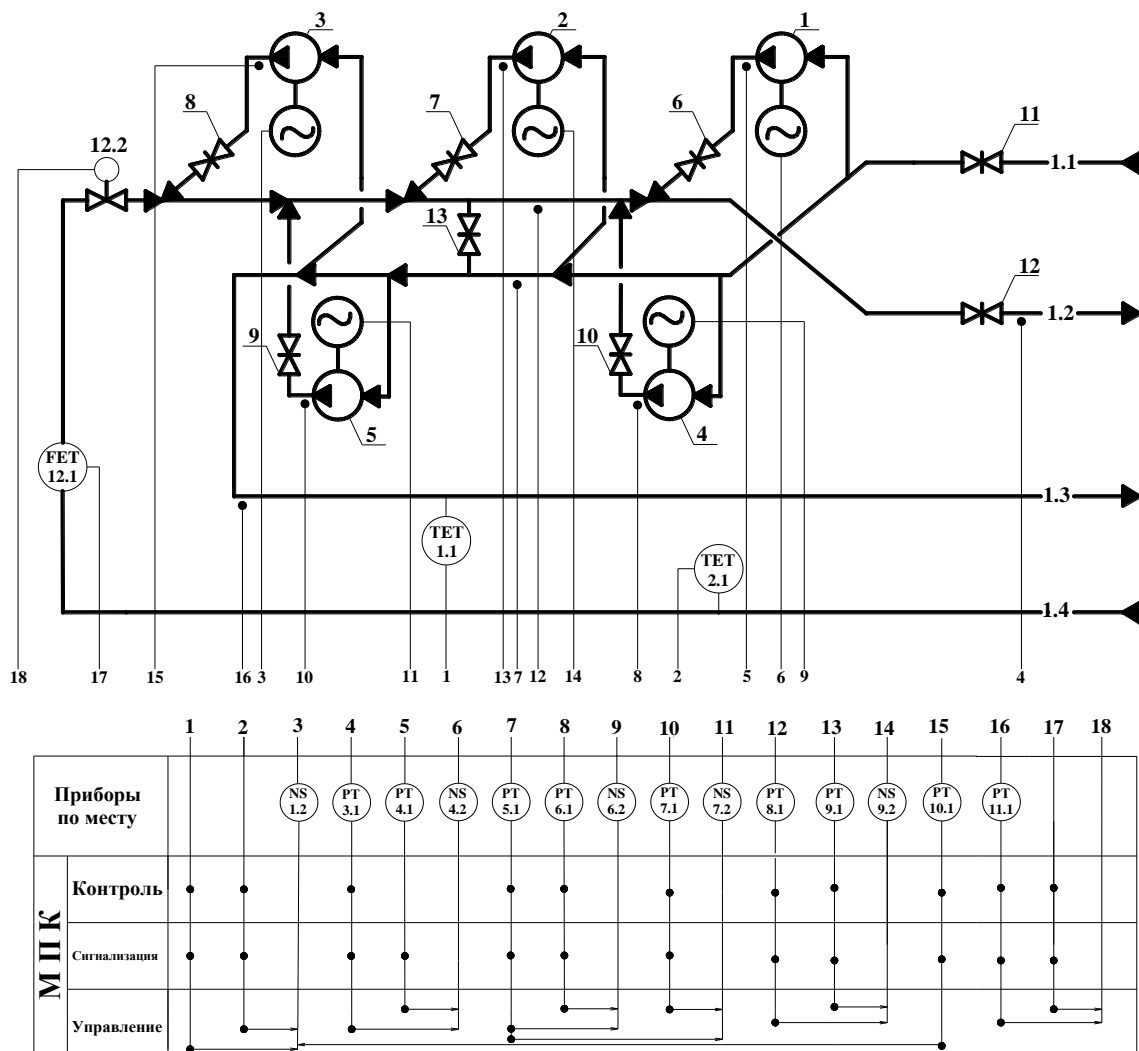


Рис. 1. Фрагмент ФСА ТОО ПНС

3. АСУ давлением в подающем трубопроводе от магистральных тепловых сетей к ПНС с выдачей управляющих воздействий на автоматический пуск/останов или изменение числа оборотов электродвигателей подкачивающих насосов №4 и №5 с коррекцией по давлению в напорных патрубках этих насосов во время их работы (поз. 5.1; 6.1; 6.2; МПК; поз. 5.1; 7.1; 7.2; МПК).

4. АСУ расходом теплоносителя в обратном трубопроводе от районных тепловых распределительных сетей к ПНС с выдачей управляющих воздействий на изменение расхода этого теплоносителя, с коррекцией по давлению теплоносителя в подающем трубопроводе от ПНС к районным тепловым распределительным сетям, вплоть до полного прекращения расхода при необходимости (поз. 11.1; 12.1; 12.2; МПК).

## Особливості проведення моделювання для технологічного комплексу молокозаводу в умовах невизначеності

Л.О. Власенко, Є.В. Довженко

*Національний університет харчових технологій*

Технологічний комплекс (ТК) молокозаводу – це складний об’єкт, в якому всі технологічні лінії і апарати тісно пов’язані одне з одним і їх робота залежить від якісних характеристик молока (жирність, кислотність, густина тощо), що надходить на виробництво. Для виробників молочної продукції головною ціллю є достатньо висока якість продукції, що випускається; зменшення поточних витрат, підвищення ефективності роботи молокозаводу в цілому та зменшення собівартості готової продукції, не допуск простоїв обладнання. Тому після визначення і аналізу якості нової партії молока, що надходить на переробку, та аналізу попиту і замовлень покупців на готову продукцію, необхідно прийняти швидке управлінське рішення щодо того, в який цех необхідно подати сировину та яку лінію завантажувати для випуску обраного виду продукції [1].

Для оптимального та ефективного керування таким ТК необхідно проводити математичне моделювання на основі сценарного підходу. При цьому сценарії розвитку ситуацій роботи ТК повинні враховувати деякі особливості: наявність великої кількості невизначеностей; неперервно-періодичний тип ТК; багатоасортиментність виробництва; сезонність; переробку сировини, що швидко псується; її різні якісні показники та ін.

На першому етапі проведення моделювання доцільно використати графові моделі, що дозволять провести аналіз технічної та функціональної структур молокозаводу та його цехів, виділити зв’язки, між елементами та функціями ТК. В зв’язку з тим, що графові моделі є статичними, не прив’язаними до реального часу та не відображають впливи та залежності між елементами та функціями ТК, на другому етапі моделювання необхідно побудувати базовий і табличний прографи, які не тільки враховують і усувають недоліки графових моделей, але й розглядають процеси, об’єкти, ресурси, цілі, що забезпечують і характеризують функціонування системи. На третьому етапі проводиться імітаційне моделювання за допомогою уніфікованої мови UML, що дозволяє описати систему практично з усіх можливих точок зору з урахуванням різних аспектів поведінки системи та обрати оптимальний сценарій розвитку ситуації, що склалася в ТК.

Проведення моделювання на основі сценарного підходу дозволить скоротити втрати та підвищити ефективність роботи ТК молокозаводу.

### Література

1. *Власенко Л.О.* Особливості проведення системного аналізу технологічного комплексу молокозаводу на основі ситуаційно-сценарного підходу / Л.О. Власенко, Т.В. Савченко, Є.В. Довженко // Вісник інженерної академії України. – 2014. – №1. – С. 259-264.

**Возможности управления взрывоопасными объектами****В.Э. Волков***Одесская национальная академия пищевых технологий*

Любой взрывоопасный объект (ВОО) может рассматриваться как объект управления (УО) с точки зрения обеспечения его взрывобезопасности. Цель управления состоит в переводе ВОО во взрывобезопасное состояние и поддержание его в этом состоянии. Если эта цель по тем или иным причинам технического или технологического характера в полной мере недостижима, она трансформируется в иную цель, а именно: уменьшение или минимизация риска возникновения взрыва и (как подцель) минимизация возможных последствий взрыва. Минимизация возможных последствий взрыва связана, в свою очередь, с выбором оптимального способа взрывозащиты.

Технические устройства, реализующие активные меры по снижению опасности возникновения взрыва или ослаблению его действия, играют роль исполнительных устройств в системе управления, обеспечивающей взрывобезопасность. Эффективное применение таких исполнительных устройств требует оценки их инерционности, т.е. оценки времени, необходимого для реализации действия соответствующего технического устройства. Оценки инерционности УО, которым является ВОО, по каналу управления приведены в Таб. I.

Таб. I

Инерционность различных видов управляющих воздействий на ВОО

Управляющее воздействие	Время реализации управляющего воздействия (в секундах)
Аварийная остановка процесса (общее обесточивание)	0,1 ÷ 2
Введение ингибитора или флегматизатора	0,5 ÷ 2
Сброс давления через принудительно открываемые отверстия	1 ÷ 3
Блокирование места взрыва отсечными устройствами	3 ÷ 10
Блокирование места взрыва инертными зонами	1 ÷ 5

Следует иметь в виду, что принудительный сброс давления и блокирование места взрыва отсечными устройствами либо инертными зонами в большей степени являются средствами локализации взрыва, его подавления или

минимизации его воздействия (уменьшением ущерба от последствий взрыва), а не средствами предотвращения взрыва.

Произведенные на основе решения задачи о гидродинамической устойчивости фронта пламени расчеты для времени возможного развития взрыва при случайном возгорании позволяют оценить инерционность ВОО по каналу возмущений (если считать основным возмущением случайное возгорание объекта) и возможности управления этим объектом (Таб. II) с целью недопущения взрыва или (в крайнем случае) уменьшения его негативных последствий.

Таб. II

Инерционность различных видов управляющих воздействий на ВОО

Инерционность/ время перехода горения во взрыв	Взрывоопасная среда	Возможности управления при возгорании	Время для принятия решения	Способы действия
0,05÷5с	газовые смеси, близкие к стехиометрии	отсутствуют	нет	организационное управление для недопущения возгорания
5÷15с	газовые смеси, близкие к КПВ; некоторые пылевзвеси и аэрозоли	почти отсутствуют; возможна САУ	нет	ингибирование; другие способы
15с÷2мин	пылевзвеси и аэрозоли	САУ; возможна АСУ с ИСППР	почти нет	ингибирование; другие способы
более 2 мин	пылевзвеси и аэрозоли	возможна АСУ с ИСППР	есть	организационное управление; ингибирование; другие способы

В Таб. II указано, в каких случаях управление ВОО должно осуществляться системой автоматического управления (САУ), а в каких – возможно создание автоматизированной системой управления (АСУ) с интеллектуальной системой поддержки принятия решений (ИСППР), позволяющей существенно сократить время реакции оператора на возникновение взрывоопасной ситуации. Особо указаны взрывоопасные среды (как правило – горючие газовые смеси, близкие к стехиометрии), в которых предотвращение развития взрыва возможно лишь методами организационного управления по недопущению возникновения возгорания, так как переход медленного горения во взрыв осуществляется чрезвычайно быстро (иногда за доли секунды); для таких ВОО технологическое управление классическими средствами невозможно.

## Статистичне дослідження процесу сушіння пивоварного солоду

**Т.М. Герасименко**

*Національний університет харчових технологій*

При виготовленні солоду його якість залежить від якості обраного сорту зерна та технології виробництва. Процес його виробництва складається з двох етапів замочування зерна та сушіння солоду. Ефективність роботи солодосушарки шахтного типу ЛСХА визначається кількістю та вологістю готового продукту – солоду. Солодосушарка є нестационарною, нелінійною та має ряд невизначеностей як технологічний об'єкт харчової промисловості. Одним з методів управління складними об'єктами є статистичне управління та аналіз результатів.

Статистична діагностика технологічного процесу є задачею послідовного виявлення порушень в незалежній випадковій послідовності при невідомому апріорному розподілі моментів часу, в який відбулося відхилення для введення своєчасних коригувальних впливів тоді, коли продукт ще задовольняє вимогам, що може бути добре проілюстровано при побудові контрольних карт.

Для виявлення неполадок необхідно провести серію експериментів і оцінити адекватність математичної моделі, а також визначити контрольну ситуацію, з якою буде проводитись подальше порівняння, виділити спостережні змінні, за якими будуть знаходитись несправності, оцінити допустимі інтервали або області зміни контрольованих змінних за нормальних умовах роботи.

Для організації необхідного аналізу були внесені наступні дані по процесу зміни параметрів (таб.І):

Таб. І.

Статистичні дані

Сушарка	Час відбору	Волога солоду	Температура по зонах			
			Камера підв'ялюв.	Відпрац.	II зона	III зона
ЛСХА №1	9:10	4.1	38	36	64	79
ЛСХА №2	8:20	4.0	39	28	66	80
ЛСХА №3		4.0	38	2	68	78
ЛСХА №5		4.0	39	33	63	77

Ці дані дають можливість встановити якість продукту та побудувати адаптивну систему. Використання статистичної діагностики необхідне для виявлення і усунення несправностей в процесі функціонування об'єкту і недопущення несправностей при аварійній ситуації.

### Література

1. *Клячкин В.Н.* Карта эффективной дисперсии для контроля рассеяния в многопараметрическом процессе / В.Н. Клячкин, Т.И. Красько // Информатика, моделирование, автоматизация проектирования– Ульяновск : УлГТУ, 2011. – С.224- 228.



**Мінімаксний синтез оптимального робастного керування****Б.М.Гончаренко, О.П. Лобок***Національний Університет Харчових Технологій*

Розглядається задача побудови оптимального робастного керування у вигляді зворотного зв'язку від стану лінійної динамічної системи, яке мінімізує інтегрально-квадратичний функціонал при найбільш несприятливих збуреннях системи. Більшість реальних систем або об'єктів керування функціонує [1] в умовах невизначеності, пов'язаної з недостатньою інформацією про об'єкт керування, неточністю його математичної моделі, вихідних даних і т.д. Тому завданням керування об'єктами, що функціонують в умовах невизначеності, приділялася і продовжує приділятися велика увага [2]. У даній роботі розглядається і пропонується розв'язок задачі побудови гарантованого керування лінійною системою, що знаходиться під впливом збурень невідомої природи, які належать до обмеженої області у вигляді заданого еліпсоїда [3].

Розглянемо динаміку стану об'єкта  $x(t)$  при керуванні  $u(t)$  і зовнішніх збуреннях  $f_0, f(t)$

$$\begin{cases} \frac{dx(t)}{dt} = A(t)x(t) + B(t)u(t) + K(t)f(t), & 0 < t \leq T, \\ x(0) = Lf_0, \end{cases} \quad (1)$$

де  $x(t) \in \mathbb{R}^n$  – вектор стану,  $u(t) \in \mathbb{R}^m$  – вектор керування,  $f(t) \in \mathbb{R}^r$  – невідомий вектор зовнішніх збурень, що діють на систему,  $f_0 \in \mathbb{R}^l$  – також невідомий вектор, що збурює систему (1) в початковий момент часу,  $A(t) \in \mathbb{R}^{n \times n}$ ,  $B(t) \in \mathbb{R}^{n \times m}$ ,  $K(t) \in \mathbb{R}^{n \times r}$ ,  $L \in \mathbb{R}^{n \times l}$  – задані матриці.

Передбачається, що область допустимих збурень задається у вигляді гіпереліпсоїда [3]

$$S_f = f : f = f_0, f(\cdot), F_0 f_0, f_0 + \int_0^T F(t) f(t), f(t) dt \leq 1, \quad (2)$$

де  $F_0 = F_0^T > 0$ ,  $F(t) = F^T(t) > 0$  – відомі вагові матриці.

Постає задача пошуку оптимального керування  $u^*$ , що задовільняє умову

$$J(u^*) = \inf_{u \in U} \left\{ \sup_{f \in S_f} I(u, f) \right\}, \quad (3)$$

де  $I(u, f)$  – інтегрально-квадратичний критерій оптимальності

$$I(u, f) = Hx(T), x(T) + \int_0^T G(t)x(t), x(t) + D(t)u(t), u(t) dt,$$

де  $H = H^T \geq 0$ ,  $G(t) = G^T(t) \geq 0$ ,  $D(t) = D^T(t) > 0$  – задані матриці.

Якщо ввести позначення для вектора збурення та для вектора керувальної дії

$$w_0 = F_0^{1/2} f_0, w(t) = F^{1/2}(t) f(t), \quad (4)$$

$$v(t) = D^{1/2}(t) u(t), B_v(t) = B(t) D^{-1/2}(t), K_w(t) = K(t) F^{-1/2}(t), L_w = L F_0^{-1/2}, \quad (5)$$

то у підсумку вихідна оптимізаційна задача (3) зводиться до еквівалентної

$$J(v) = \sup_{w \in S_v} I(v, w) = \|R_v\|^2 \rightarrow \inf_{v \in V}. \quad (6)$$

Для її розв'язання за мінімакним принципом Понтрягіна побудована функція Гамільтона  $H(x, v, w, \lambda)$ , з умови мінімізації (максимізації) якої за  $v$  ( $w$ ) отримане матричне диференціальне рівняння типу Ріккати, розв'язок [4] якого дає оптимальні значення для функцій  $v(t)$  і  $w(t)$

$$v^*(t) = -B_v^T(t)P(t)x(t), \quad w^*(t) = \frac{1}{\gamma^2} K_w^T(t)P(t)x(t). \quad (7)$$

При цьому мінімальне значення функціоналу, що обмежує критерій якості функціонування об'єкта, визначається за формулою

$$L_c^{\min}(R, G) = \lambda^2(T) \text{tr } S(T)V + \int_{t_0}^T \lambda^2(t) \text{tr } S(t)H(t) + \text{tr} \left[ S(t)\Psi(t)S(t)C^T(t)P_2(t)C(t) \right] dt$$

Оскільки керування побудовано у вигляді зворотного зв'язку від оцінки стану, то певний інтерес становить похибка оцінювання мінімакного фільтра. Можна показати, що мінімальне значення верхньої межі функціоналу похибки оцінювання вектора стану об'єкта визначається за наступною формулою

$$L_e^{\min}(R, G) = \int_{t_0}^T \lambda^2(t) \text{tr } S(t)W(t) dt, \quad (8)$$

де  $S(t)$  – розв'язок матричного рівняння.

Конструктивний розв'язок задачі синтезу оптимального мінімакного керування об'єктами, що функціонують в умовах зовнішніх збурень, які належать заданій обмеженій області у вигляді еліпсоїда в  $n$ -вимірному просторі, знайдено у вигляді зворотного зв'язку від оцінки вектора стану, який є розв'язком мінімакного фільтра, подібного до фільтра Калмана-Бьюсі.

#### Література

1. Поляк Б. Т. Вероятностный подход к робастной устойчивости систем с запаздыванием / Б. Т. Поляк, П. С. Щербаков // Автом. телемех – М.: Наука. – 1996. – Вып. 12, с. 97 – 108.
2. Понтрягин Л. С. Математическая теория оптимальных процессов / Л. С. Понтрягин, В. Г. Болтянский, Р. В. Гамкрелидзе, Е. Ф. Мищенко, – М.: Наука. – 1961. с. 124 – 125.
3. Гончаренко Б.М. Аналітичне подання збурень при розв'язуванні задачі оптимізації керування багатовимірним об'єктом / Б.М. Гончаренко, А.О. Повзик // – К.: НУХТ, «Наукові праці», – №49. – 2013. с. 8 – 13.
4. Лобок О.П. Синтез оптимального мінімакного керування лінійними багатовимірними об'єктами за умови неточного і неповного їх вимірювання / О.П. Лобок, Б.М. Гончаренко, Л.Г. Віхрова // – Кіровоград: КНТУ, Збірник наукових праць, – Вип.26. – 2013, с.247 – 253.

## Новые каналы информации в системах автоматического управления процессами переработки зерна

**В.Б. Егоров**

*Одесская национальная академия пищевых технологий*

Выделяют две категории систем видеоконтроля качества: системы видеоконтроля качества печати и системы видеоконтроля качества производимой продукции. Системы видеоконтроля качества печати предлагают целый ряд компаний: BST International, Nuova L&C GRAPH, Atlas Flex и др. Об эффективности подобных систем видеоконтроля свидетельствуют результаты опроса, проведенного компанией BST International (США) среди своих клиентов, в ходе которого проявились существенные преимущества их использования в виду существенного улучшения ряда соответствующих производственных показателей (скорость и качество печати, экономия материала и т.д.) [1].

Системы видеоконтроля качества производимой продукции представлены меньше. Следует выделить разработки таких компаний: НРТ (использует для контроля фармацевтической упаковочной тары видеосистему "SpotWatcher"), Аахен ("SpotWatcher" – контроль качества при производстве различных пластиковых флаконов), «СолвиПак» (система автоматизированного контроля качества производимой этикетки "FleyeVision printInspection"), SACMI (комплексные линии по производству кронен-пробок).

Подобные системы являются системами с высоким уровнем определенности параметров объекта управления. Диаметрально противоположная, в технологическом смысле, ситуация в пищевой промышленности, в частности при экструдировании биополимеров. Характеристики экструдированного сырья, даже в рамках одной рецептуры, всегда отличаются друг от друга, что означает воздействие на процесс экструдирования дополнительных возмущений по сырью. Подобные возмущения приводят к изменениям значений режимных переменных, их оптимальных значений, границ диапазонов их предельно-допустимого изменения, а также динамических свойств каналов их регулирования в системе автоматического управления (САУ).

Была обоснована и разработана концептуальная модель процесса экструдирования биополимеров (ЭБП) как ОУ и функциональная структура соответствующей САУ [2,3]. Она предусматривают использование для управления процессом таких параметров экструдата как его диаметр  $D_3$ , цветность  $C_3$ , неоднородность поверхности продукта  $\alpha_3$  [4]. Важным фактором при выборе параметров, среди прочих, было то обстоятельство, что источником информации может стать изображение продукта на выходе из экструзионной головки, получаемое на основе цифровой видеокамеры. Целенаправленная покадровая обработка изображения в контроллере позволяет относительно легко получать текущую информацию об этих параметрах экструдата.

В ходе экспериментов канал видеoinформации был реализован на основе цифровой простейшей в своем классе видеокамеры «Genius VideoCAM EYE 320». Для обработки кадров видеоизображения были разработаны необходимые алгоритмы, и написана реализующая их программа с возможностью задавать требуемую дискретность видеофиксации кадров по времени. На приведенных ниже иллюстрациях представлены результаты работы программы по определению диаметра и неоднородности поверхности экструдата в относительных величинах.

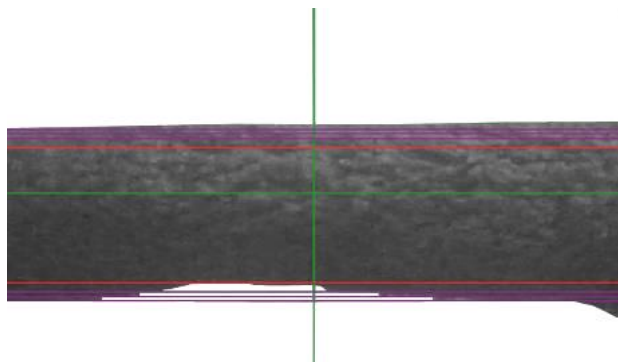


Рис.1. Определение диаметра экструдата

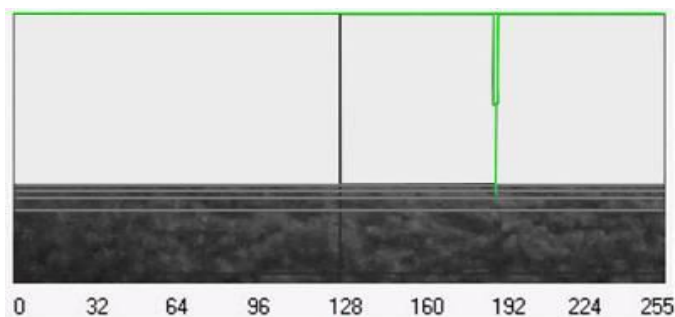


Рис. 2. Определение неоднородности поверхности экструдата

Испытания канала видеоконтроля подтвердили его работоспособность. Определяемые с помощью описанного видеоканала переменные, хотя только косвенно характеризуют качество готового продукта ЭБП, но они существенно расширяют возможности более эффективного управления этим процессом, что особенно важно в условиях неопределенностей характеристик исходного сырья и текущего состояния оборудования.

#### Литература

1. *Егоров.В.Б.* Методы видеоконтроля в системах автоматического управления технологическими процессами / В.Б. Егоров *Наук. пр. ОНАХТ / Наук. пр. ОНАХТ. Міністерство освіти України. – Одеса: 2013. – Вип. 44. – Т. 1. – С. 261 – 265.*
2. *Егоров.В.Б.* Повышение эффективности систем автоматического управления процессом экструдирования биополимеров. Кандидатская диссертация. 2013. – 249 с.
3. *Хобин, В.А.* Повышение эффективности процесса экструдирования комбикормов средствами автоматического управления / В.А Хобин., В.Б. Егоров // *Зерновые продукты и комбикорма. – Одесса, 2008. – № 3 (31). – С. 53 – 54.*
4. *Хобин, В.А.* Интеллектуальный канал видеoinформации для систем управления процессом экструдирования растительного сырья / В.А Хобин., В.Б. Егоров // *XVI Международ. конф. по автомат. управления «Автоматика-2009». Тез. док. – Чернивцы: Книги – XXI, 2009. – С. 225 – 226.*

## Стохастический анализ параметров дуги и электропривода подачи электрода-инструмента процесса размерной обработки дугой

Ю.А. Ермолаев, Г.В. Савеленко

*Кировоградский национальный технический университет*

Стохастические методы исследования процессов управления являются важным и необходимым инструментом при анализе и синтезе систем автоматического управления (САУ).

Авторами разработан электромеханический привод подачи электрода-инструмента (ЭИ) взамен гидравлического привода [1]. Для синтеза САУ дугой нужно знать характер возмущений, действующих на электропривод. В ранних и последних работах технологов, а также автоматчиков, исследующих процесс размерной обработки дугой (РОД), статистические методы не использовались. Случайные факторы (в частности, процессы горения дуги), действующие на рабочие органы электроэрозионного станка РОД, могут быть причиной появления случайных составляющих нагрузок приводного двигателя ЭИ.

Вычисления по экспериментальным данным статистических характеристик оценки математического ожидания  $m$ , дисперсии  $D$ , среднеквадратического отклонения  $\sigma$ , корреляционной функции  $R(\tau)$  и спектральной плотности  $S(f)$  для рядов данных  $I_{дуги}(t)$ ,  $U_{дуги}(t)$ ,  $I_{двиг}(t)$ ,  $U_{двиг}(t)$ , выполнялись с помощью программного обеспечения «PowerGraph Professional». В результате оказалось возможным сопоставление статистических характеристик  $I_{дуги}(t)$ ,  $U_{дуги}(t)$  со статистическими характеристиками  $I_{двиг}(t)$ ,  $U_{двиг}(t)$ ,  $\omega_{двиг}(t)$ . Во время проведения эксперимента учитывалось влияние изменений условий прожига металла: учет марки металла; диаметр, форма и материал электрода; глубина прожига. Необходимая точность исследования определялась задаваемой погрешностью при определении оценок вероятностных характеристик в пределах 5 – 10%.

Запись осциллограмм рядов данных производилась с помощью измерительного комплекса (ИК) [2], который позволяет производить скорость записи на частотах дискретизации до 100 кГц, выбор необходимой частоты дискретизации выполняется программно с помощью входящего в его состав программного обеспечения. Применяемый ИК позволяет проводить квантование по времени до  $\Delta t=0,01$  мс. Это достаточно малый интервал времени по сравнению с расчетным.

Для того, чтобы получить достоверные выборочные оценки спектральных плотностей применяем спектральные окна Rectangle, Triangle, Hann, Hamming, Blackman и другие при разных размерах спектрального окна. В работе [3] приведены примеры стягивания спектрального окна и влияние этой операции на вид спектральной оценки. Например, при общей выборке в 340121 точек размер спектрального окна изменялся при значениях  $L = 62536, 32768, 16384, 8132, 2048$  и 1024. В [3] также дается физическая интерпретация выбросов спектра. На рис. 1 показаны спектры параметров дуги и привода. Самый

большой и широкий пик  $S_{I_{\text{дуги}}}(f)$  на частоте  $f=300$  Гц, что соответствует частоте работы выпрямителя источника питания дуги. Спектр тока двигателя имеет спокойный характер и только при частоте 9 кГц имеет место выброс энергии, особенно это четко видно при  $L = 2048$ . Этот пик объясняется работой ШИМ преобразователя. На частоте  $f = 50$  Гц мы видим совпадение всех трех пиков спектров, что можно объяснить наводками сети, особенно в измерительные системы тока якоря двигателя  $I_{\text{якоря}}(t)$  и напряжения якоря  $U_{\text{якоря}}(t)$ .

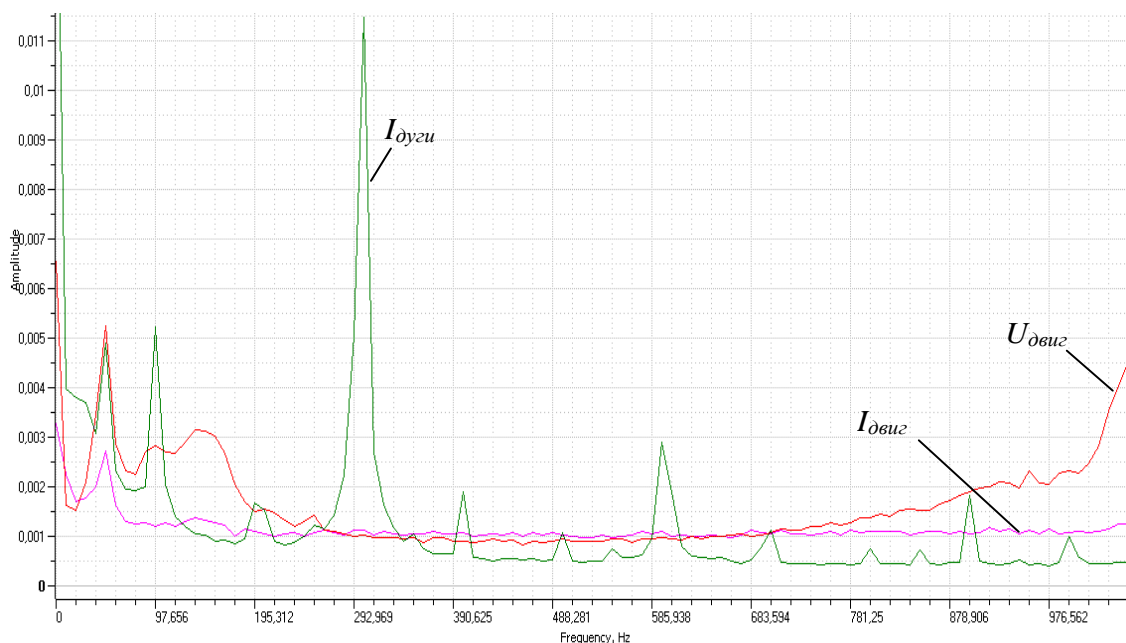


Рис. 1. Осциллограммы спектральной плотности  $I_{\text{дуги}}(t)$ ,  $I_{\text{якоря}}(t)$ ,  $U_{\text{якоря}}(t)$  на частотах от 0 до 1 кГц

Очень важно отметить следующие особенности анализа спектров тока дуги  $I_{\text{дуги}}(t)$  и тока якоря двигателя – не совпадения обоих спектров даже при частоте сварочного источника питания  $f = 300$  Гц. Отсюда следует вывод о очень слабой корреляции этих временных процессов.

### Література

1. Єрмолаєв Ю.О. Дослідження САУ процесу РОД на верстаті з електромеханічним приводом. I. Основні фактори, що впливають на процес / Ю.О. Єрмолаєв, П.М. Великий, Г.В. Савеленко // Зб. наук. праць КНТУ. Вип.19. Кіровоград: КНТУ, 2007. – С. 270-273
2. Савеленко Г.В. Дослідження САУ процесу РОД на верстаті з електромеханічним приводом. II. Інформаційно-вимірювальний комплекс для проведення експериментальних досліджень / Г.В. Савеленко, Ю.О. Єрмолаєв, В.М. Каліч // Зб. наук. праць КНТУ. Вип.25 (ч.2). Кіровоград: КНТУ, 2012. – С. 266-272
3. Звіт про НДР № держреєстрації 0111U007658. Використання інформаційних технологій на базі кореляційно-спектрального аналізу вибірок осцилограм технологічних параметрів функціональних вузлів електроерозійного верстату для розмірної обробки дугою. Кіровоград: КНТУ, 2012 – 137 с. (Вик. Єрмолаєв Ю.О., Савеленко Г.В.)

## Дослідження математичної моделі режиму розігріву одночерв'ячного екструдера

О.А.Жученко, О.О. Анікеев

Національний технічний університет України «КПІ»

В процесі виробництва полімерних виробів методом екструзії проводять попередній розігрів екструдера, адже завантаження полімеру в нерозігрітий апарат призводить до порушення технологічного режиму, а іноді і до аварійних ситуацій [1-2]. Цей етап є важливим у зв'язку з його енергоємністю, і, крім того, допомагає запобігти виникненню браку в кінцевій продукції. При недостатньому рівні обігріву корпусу екструдера, вихідний продукт може виявитися низької міцності, а його поверхня буде тьмяною і темною або мати інші невідповідності до регламентованих стандартів. Для підвищення ефективності режиму розігріву виникає потреба у його дослідженні шляхом математичного моделювання.

В умовах впровадження енергозощаджувальних технологій у виробництво полімерних виробів методом екструзії важливим етапом є створення оптимальної математичної моделі керування режимом розігріву екструдера.

У зв'язку з цим виникає необхідність математичного моделювання режиму розігріву одночерв'ячного екструдера перед етапом безпосереднього процесу виготовлення продукції та дослідження розподілу температур в апараті в залежності від потужності нагрівачів у динамічному режимі.

У роботі [3] авторами було сформовано систему рівнянь, яка описує температурні режими екструдера з метою її подальшого розв'язку в програмному пакеті *Comsol Multiphysics*.

Як об'єкт математичного моделювання екструдер представлено у вигляді зрізаного по осі в діаметральному напрямі циліндра. Умовно ділимо екструдер на три зони. В кожній зоні встановлено по одному нагрівачу з однаковими технічними характеристиками (рис.1).

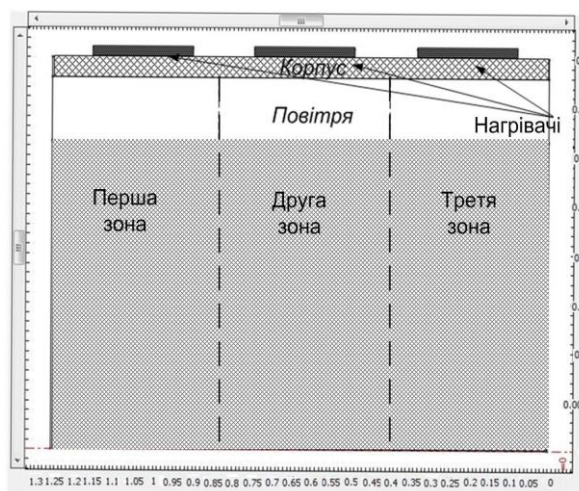


Рис. 1 Схема екструдера як об'єкта моделювання

При моделюванні екструдер розглядається як тепловий об'єкт, який складається з таких ємностей: шнека, корпусу, повітряного прошарка між шнеком і корпусом та нагрівачем. Для створення математичної моделі було використано рівняння теплопередачі, а також граничні і початкові умови окремо для шнека, повітря і корпусу апарату.

За результатами дослідження математичної моделі режиму розігріву [3] отримана статична характеристика екструдера за каналом «потужність нагрівача – температура у кожній точці» (рис. 2).

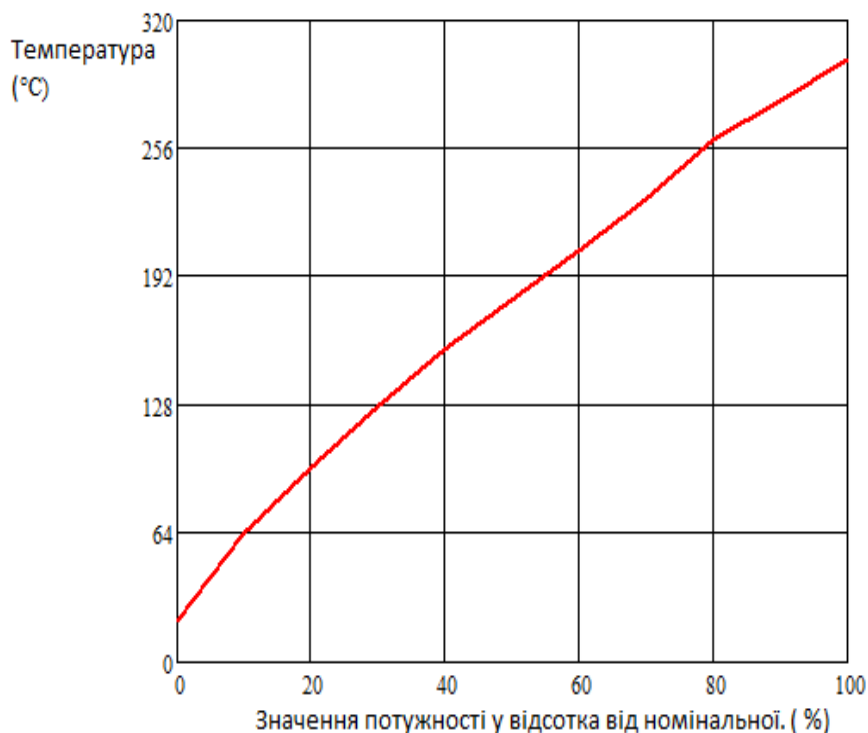


Рис. 2 Статична характеристика за каналом "потужність нагрівачів - температура"

На основі розробленої математичної моделі було проведено дослідження різних режимів розігріву екструдера. З'ясовано, що у цьому режимі кожний нагрівач впливає на температурний режим апарату фактично однаково. Встановлено, що при збереженні постійною загальною потужністю, що витрачається на режим розігріву, рівномірність температурного поля екструдера суттєво залежить від кількості нагрівачів.

#### Література

1. Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е. Червячные машины для переработки пластических масс и смесей / Д. Д. Рябинин, Ю.Е. Лукач. - М.: Машиностроение, 1965. - 326с.
2. Фишер Э. Экструзия пластических масс / Э. Фишер. - М. : Химия, 1970. – 284 с.
3. Жученко О.А., Шевченко С.М. Математична модель режиму розігріву одночерв'ячного екструдера / О. А. Жученко, С. М. Шевченко. Энергетика: економіка, технології, екологія. НТУУ «КПІ» «Політехніка».- м. Київ, - 2010. - №2 – 2010, с.25-29.



## Параметричний аналіз сушильної частини папероробної машини як об'єкта автоматичного керування

А.І.Жученко, Є.С. Черьопкін

*Національний технічний університет України «КПІ»*

Папероробна машина (ПРМ) – основний елемент технологічного процесу виробництва паперу. Виділяють таке основне технологічне обладнання ПРМ (Рис. 1): акумулювальна ємність для підготовки паперової маси, система розведення водою до необхідної концентрації (складається з насосу, бачка переливу і змішувача), очисників від включень неволокнистого та волокнистого характеру (вихрові очисники і вузлуловлювачі), напірний ящик, сітка папероробної машини, пресова частина, сушильна частина, відділ обробки і намотки готового паперу (каландр і накат).

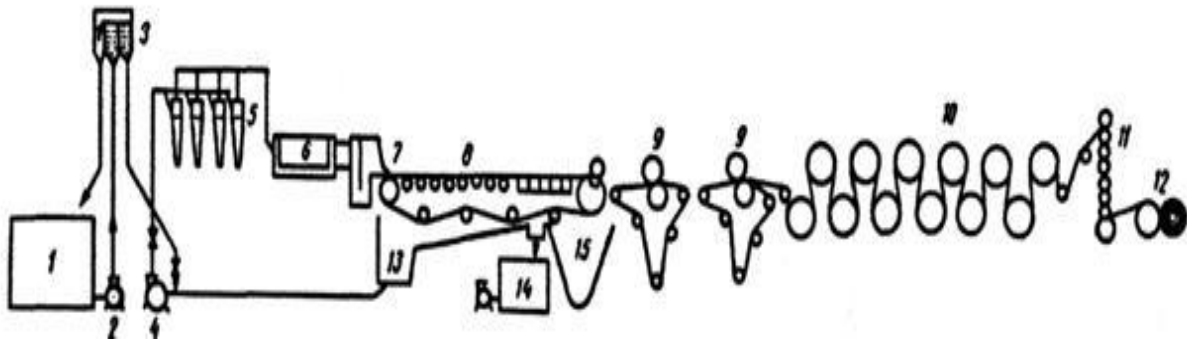


Рис. 1. Технологічна схема папероробної машини: 1 – акумулювальна ємність; 2 – масний насос; 3 – бачок переливу; 4 – змішувальний насос; 5 – вихрові очисники; 6 – вузлуловлювач; 7 – напірний ящик; 8 – сітковий стіл; 9 – мокрі преси; 10 – сушильна частина; 11 – каландр; 12 – накат; 13 – збірник оборотних вод; 14 – збірник надлишкових вод; 15 – басейн мокрого браку

Однією з найскладніших ділянок ПРМ є сушильна частина, де відбувається остаточне видалення вологи з паперового полотна і формування кінцевої форми продукту. Точність роботи системи автоматичного керування сушильною частиною буде в значній мірі визначати якість всього процесу виробництва паперу.

На сушіння папір поступає за вологості приблизно 55-60%, і виходить з пологістю 5-10% в залежності від виду паперу. Ця частина є найбільш економічно затратною і потребує найбільш чіткого керування. Існує багато способів сушіння, але найбільшого застосування, в наш час, набув комбінований [1]. Він складається з контактної і конвективної стадії. Для реалізації цього способу використовують багатоциліндрові сушки. Сушильні циліндри встановлюють у шаховому порядку, а паперове полотно, огинаючи їх, нагрівається і з нього видаляється волога.

Сучасні комп'ютерні системи керування надають нові можливості для

підвищення ефективності сушильних частин ПРМ. У зв'язку з цим постає завдання розробити параметричну схему сушильної частини із зазначенням вхідних і вихідних змінних, а також керувальних і збурювальних впливів, що, в подальшому, надасть змогу перейти до побудови системи автоматичного керування.

Параметрична схема цієї частини ПРМ зображена на Рис. 2.

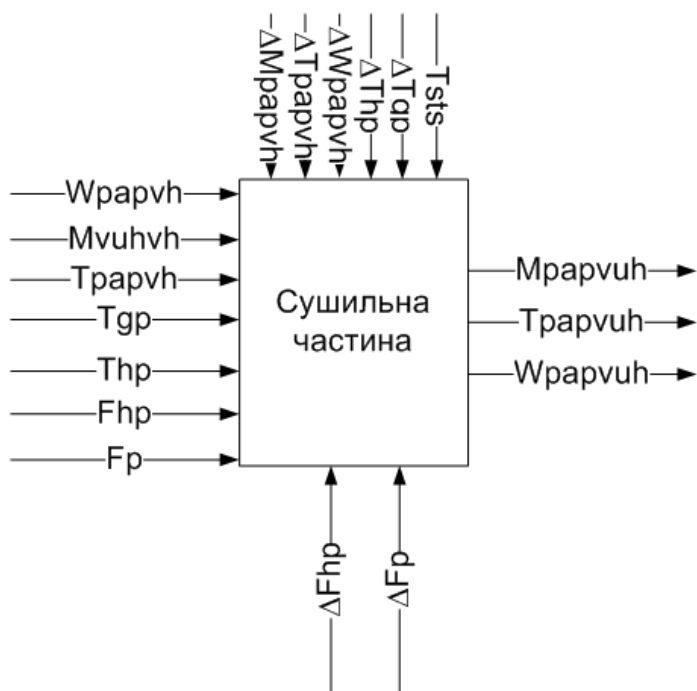


Рис. 2. Параметрична схема сушильної частини

Вхідними змінними є вологість паперу на вході  $M_{papvh}$ , %; маса  $1 \text{ м}^2$  паперу на вході  $W_{papvh}$ , г; температура паперу на вході  $T_{papvh}$ , °С; температура гріючої пари  $T_{gr}$ , °С; температура холодного повітря  $T_{hr}$ , °С; витрата гріючої пари  $F_r$ ,  $\text{м}^3/\text{год}$ ; витрата холодного повітря  $F_{hp}$ ,  $\text{м}^3/\text{год}$ . Вихідними - вологість паперу на виході  $M_{rapvuh}$ , %; маса  $1 \text{ м}^2$  паперу на виході  $W_{rapvuh}$ , г; температура паперу на виході  $T_{rapvuh}$ , °С. Збуреннями для даного етапу є зміна пологості на вході  $\Delta M_{rapvh}$ , %; зміна маси  $1 \text{ м}^2$  паперу на виході  $\Delta W_{rapvh}$ , г; зміна температури паперу на вході  $\Delta T_{papvh}$ , °С; зміна температури гріючої пари  $\Delta T_{gr}$ , °С; зміна температури холодного повітря  $\Delta T_{hr}$ , °С; зміна теплопровідності сушильного циліндра  $T_{sts}$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ . Керуваннями - зміна витрати гарячої пари  $F_r$ ,  $\text{м}^3/\text{год}$ ; зміна витрати холодного повітря  $F_{hp}$ ,  $\text{м}^3/\text{год}$ .

#### Література

1. Hill K. Analyzing the dryer section's steam and condensate system / Hill K. – USA, Georgia, Atlanta, Tappi Journal Vol 76 (6), 1993. – 140 p.
2. Weise U. Characterization and mechanism of changes in wood pulp fibres caused by water removal / Weise U. – Finland, Helsinki, Polytechnica Scandinavica, Chemical Technology Series Vol 249, 1997. – 270p.

## Оптимізація процесу виготовлення полістиролу на основі прогнозування марки продукту

Д. О. Ковалюк, П. М. Чубаров

*Національний технічний університет України «КПІ»*

Сучасний світ неможливо уявити без винаходу Едуарда Симона – полістиролу. З полістиролів виробляють найширшу гаму виробів, які в першу чергу застосовуються в побутовій сфері (одноразовий посуд, упаковка, дитячі іграшки), в будівельній індустрії (теплоізоляційні плити, сандвіч панелі, облицювальні та декоративні матеріали, клейові основи), а також в медицині (частини систем переливання крові, одноразові інструменти). Високі електротехнічні показники полістиролу в області надвисоких частот дозволяють застосовувати його у виробництві діелектричних антен, опор кабелів [1].

Після завершення технологічного процесу виробництва полістирол підлягає лабораторним випробуванням, за результатами яких визначаються його властивості (табл. 1) і продукт отримує відповідну марку [2].

Таб І.

Марки полістиролу та їх показники

Найменування показника	Норма для марки				
	625	680	740	825	830
1. Показник плинності розплаву, г/10 хв., при 200 °С на 5 кг навантаження, в межах	12,0±2,0	2,0±1,0	4,0±1,0	7,5±1,5	13,0±2,0
2. Температура розм'якшення по Віка, °С, не нижче	80,0	91,0	85,0	84,0	92,0
3. Міцність при розриві, МПа, не менше	20,0	40,0	18,0	17,0	22,0
4. Відносне подовження при розриві, %, не менше	27,0	5,0	20,0	40,0	45,0
5. Ударна в'язкість по Ізоду, з надрізом, Дж/м, не менше	63,0	41,0	40,0	96,0	112,0
6. Міцність при вигині, МПа, не менше	40,0	80,0	40,0	37,0	39,0
7. Глянець під кутом 60°, не менше	70,0	65,0	60,0	70,0	70,0
8. Масова частка залишкового стирулу, %, не більше	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Враховуючи сучасні економічні тенденції, для підвищення економічної ефективності виробництва необхідно забезпечити широку номенклатуру виробів, тобто виготовляти полістирол різних марок, залежно від замовлень покупців. Це підвищить гнучкість виробництва і покращить збут продукції.

Оскільки марка полістиролу визначається вже після закінчення процесу, то постає задача розробки моделі прогнозування марки виробів. Фактично це класифікатор, який може бути використаний як в реальному масштабі часу для оперативного керування, так і в режимі планування.

Аналізуючи технологічний процес можна зробити висновок, що найбільше на марку виробів впливає останній етап – полімеризаційна колона, в яку подається стирол і при певній температурі проходить реакція. З огляду на це пропонується наступна схема системи керування.

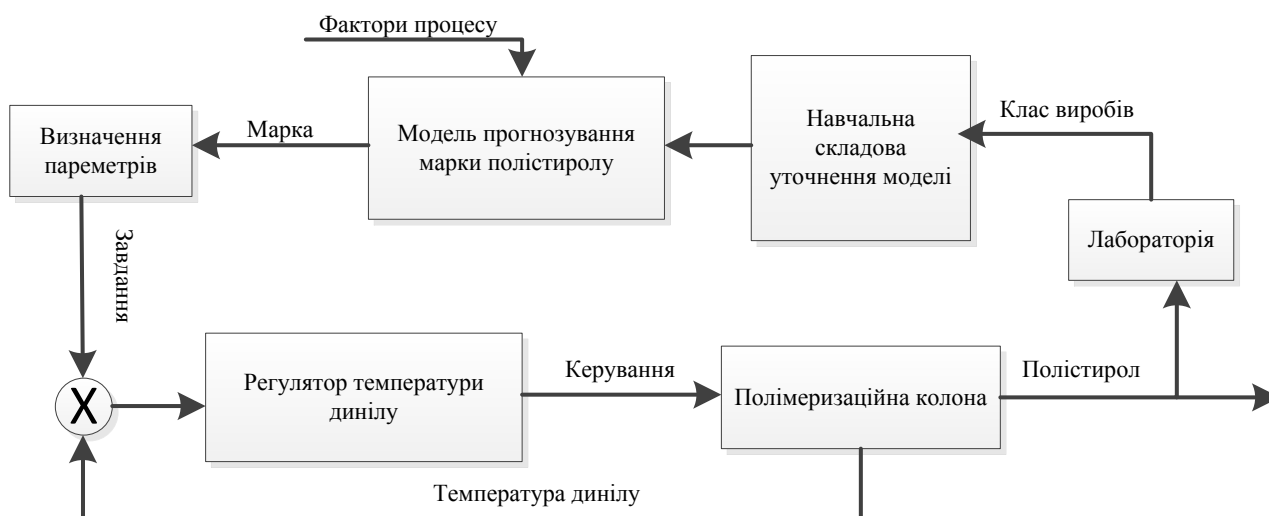


Рис. 1. Схема керування процесом полімеризації з використанням блоку прогнозування марки продукту

Згідно рис. 1, алгоритм роботи системи керування складається з наступних пунктів:

1. Задається потрібна марка полістиролу
2. Розраховуються оптимальні параметрів для отримання цієї марки
3. Забезпечується підтримання даних параметрів

Для реалізації зазначених функцій системи керування необхідно: розробити модель класифікації марки виробів; розв'язати відповідну задачу знаходження оптимальних параметрів керування; розробити модель каналу керування (витрата динілу - температура в колоні); розрахувати параметри регуляторів.

### Література

1. Кулезнев В.Н. Основы технологии переработки пластмасс / В.Н. Кулезнев. – М.: «Химия», 2004. – 184 с.
2. Уайт Дж., Полиэтилен, полипропилен и другие полиолефины / Пер. с англ. под. ред. Е.С. Цобкалло – СПб.: Профессия, 2006. – 256 с.

## Відновлення диференціальних рівнянь за часовими рядами відділенням дефекосатурації

**В.І. Заїка**

*Сумський технікум харчової промисловості НУХТ*

**В.Д. Кишенько**

*Національний університет харчових технологій*

Досить часто при побудові модельних диференціальних рівнянь, дотримуючись принципу «від загального до часткового», виходять із фундаментальних законів, якими підкоряються об'єкти розглянутої природи, уводячи обмеження, що відповідають модельованому випадку.

Однак можна привести багато прикладів, коли інформації про об'єкт недостатньо або записати базову систему рівнянь не є можливим через складність об'єкта. Одним зі шляхів одержання математичних моделей у таких ситуаціях є конструювання рівнянь за експериментальними часовими рядами [1 - 3]. Процедуру одержання модельних рівнянь в науковій літературі останнього десятиліття, називають реконструкцією рівнянь.

Реалізація алгоритму моделювання за часовими рядами відділення дефекосатурації наведено на Рис. 1.

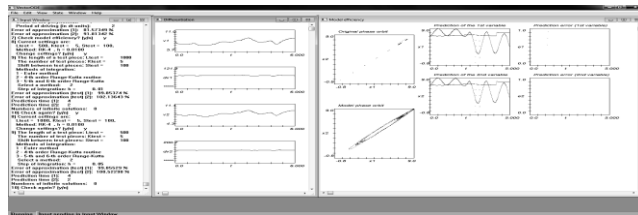


Рис. 1. Вікно програми VectorODE - відновлення рівнянь за векторним часовим рядом

Моделювання починається з вибору структури моделі і базисних функцій (1 етап). На підставі апріорних даних оцінюють розмірності множини, відновленого у фазовому просторі за скалярним часовим рядом  $\{v_i\}$ , або інтуїтивно вибирається розмірність  $D$  модельного відображення, а також вид функцій, комбінацією яких буде здійснюватися апроксимація.

На наступному етапі тренувальна частина часового ряду перетвориться відповідно до обраної структури моделі: послабляються шуми, з необхідною частотою вибираються точки, відновлюються додаткові змінні (якщо  $D > 1$ , вихідний ряд - скалярний, і необхідний перехід до векторного ряду  $\{x_i\}$  і т.п. Далі, використовуючи підготовлений часовий ряд  $\{x_i\}$ , підбирають функцію  $G$ , яка апроксимує залежність  $x_{i+1}$  від  $x_i$  [1, 2].

На третьому етапі результати прогнозування за отриманою моделлю порівнюються з даними тестової частини ряду.

Необхідно зазначити деякі важливі моменти:

1) При переході до векторного ряду для відновлення додаткових координат (величин  $x_i$ ) є досить зручним метод часових затримок.

Координатами вектора стану системи служать (1) послідовні значення спостережуваної  $v$  у моменти часу, розділені деяким часом затримки  $\tau$  [2, 3]:

$$x(t_i) = \begin{pmatrix} v(t_i) \\ v(t_i + \tau) \\ \dots \\ v(t_i + (D-1)\tau) \end{pmatrix} \quad (1)$$

2) На практиці, вибір оптимального значення  $\tau$  є окремою задачею. Приймаємо час затримки рівним інтервалу вибірки  $A_t$  (2):

$$x_i = \begin{pmatrix} v_i \\ v_{i+1} \\ \dots \\ v_{i+D-1} \end{pmatrix} \quad (2)$$

3) Вибір розмірності моделі  $D$  можна здійснити на основі попереднього аналізу часового ряду.

4) Далі задача моделювання зводиться лише до знаходження оптимальних значень коефіцієнтів, що входять у модельні рівняння (припасуванню моделі). Так, при зазначеній реконструкції вектора стану методом затримок з  $\tau = A_t$  модельне відображення (1) зводиться до більш простого виду:

$$\begin{aligned} x_1(t_{j+1}) &= x_2(t_j), \\ x_2(t_j) &= x_3(t_j), \\ &\dots, \\ x_D(t_{j+1}) &= G(x_1(t_j), x_2(t_j), \dots, x_D(t_j)). \end{aligned} \quad (3)$$

5) Отримана формула буде визначати функцію  $G$  у всьому фазовому просторі — глобально.

6) Іншим можливим підходом є локальна реконструкція. При цьому відшукуються вирази для функції  $G$  «по частинах».

Після того, як модель побудована, необхідно перевірити її працездатність. Критерії ефективності моделі визначаються цілями моделювання, наприклад:

- дальність прогнозу, забезпечуваного моделлю;
- якісна відповідність поведінки моделі і об'єкта.

### Література

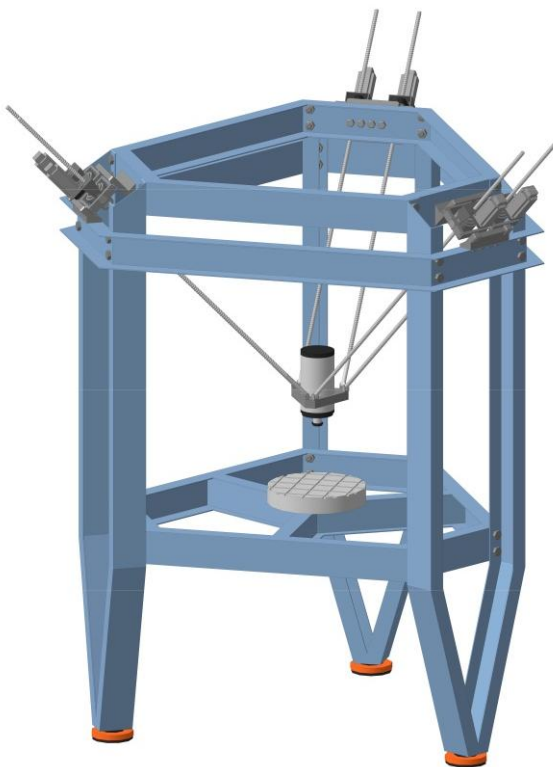
1. Бокс Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление [Текст] / Дж. Бокс, Т. Дженкинс. – М.: Мир, 1974. – 242 с.
2. Breeden J.L. Reconstructing equations of motion from experimental data with unobserved variables [Text] / J.L. Breeden, A. Hubler. – Phys. Rev. A. – 1990. – Vol. 42. – № 10. – 581 – 826 p.p.
3. Аносов О.Л. Минимаксная процедура идентификации хаотических систем по наблюдаемой временной последовательности [Текст] / О.Л. Аносов, О.Я. Бутковский, Ю.А. Кравцов. Т.: – Радиотехника и электроника. – 1997. – 42. – В. 3, С. 313 – 319.

## Використання методу модельно-орієнтованого проектування для створення системи керування верстата з механізмом паралельної структури

В.А. Зозуля

*Кіровоградський національний технічний університет*

Механізми паралельної структури мають ряд важливих переваг, таких як висока жорсткість, точність, надійність, компактність. Відомі приклади вдалих конструкцій верстатів (рис. 1), стендів та іншого обладнання різного призначення, побудованих на механізмах паралельної структури [1]. Великий внесок у вирішення теоретичних проблем управління верстатами-роботами з механізмом паралельної структури внесли світові та вітчизняні наукові колективи [2,3]. Але доводиться констатувати, що в даний час, з певних причин, вони мало використовуються у верстатобудуванні. Серед цих причин складність управління даними маніпуляторами і недостатня опрацьованість методик, які дозволяли б отримувати як оптимальні варіанти конструкцій, так і найбільш придатні для вибраної конструкції алгоритми автоматичного управління приводами.



а)



б)

Рис. 1. Верстат з механізмом паралельної кінематикою на основі гексапода: а) модель, б) фізичний прототип.

Недостатня глибина дослідження управління механіки верстат-роботів з паралельною структурою пояснюється високою складністю. Однак, рівень розвитку комп'ютерних технологій на сьогоднішній день дозволяє

застосовувати ефективні методи для вирішення багатьох завдань розрахунку й оптимізації при проектуванні системи управління верстат-роботів даного типу.

Метод модельно-орієнтоване проектування - спосіб розробки систем управління, розробок в області мехатроніки і створення вбудованих систем. Замість фізичних прототипів і текстових специфікацій в модельно-орієнтованому проектуванні застосовується виконувана модель. Ця модель використовується у всіх етапах розробки. При такому підході можна розробляти і проводити імітаційне моделювання як всієї системи цілком, так і її компонентів. Є можливість автоматичної генерації коду, випробувань в безперервному режимі і верифікації.

Необхідне програмне забезпечення [4]:

- LabVIEW 2011 (32-розрядний) або пізніше.
- NI LabVIEW SoftMotion Module Standart 2011 або пізніше.
- SolidWorks 2009 Service Pack 2.1 або пізніше та SolidWorks Motion Simulation із SolidWorks Motion додатком, включеним через меню Tools у SolidWorks.

Використання NI SoftMotion з SolidWorks для моделювання системи з фактичним рухом профілів дозволяє моделювати динаміку механічної частини, в тому числі масу і ефект тертя, цикли і окремі компоненти при виконанні вказівки однієї фізичної частини і підключенні його до фактичного алгоритму управління. Цифровий аналіз прототипу дає можливість візуалізувати й оптимізувати проект і оцінити різні концепції проекту до витрат для фізичного проектування.

Інтегрування моделювання руху з CAD спрощує проект, тому що моделювання використовує інформацію, яка вже існує в моделі CAD, таку як блок з'єднань, муфти, і властивості матеріалу, його маса. LabVIEW забезпечує зручну, високорівневу функціональну мову блокового програмування для програмування системи управління рухом.

Це дає можливість створення системи керування, яка забезпечує досягнення максимально можливої точності позиціонування робочого органу верстата на основі механізму паралельної структури, шляхом обґрунтування оптимальної структури і параметрів системи керування.

### Література

1. *Розробка* фізичної моделі верстата на основі механізму паралельної структури з системою керування приводами переміщення робочого органа: Звіт по НДДКР (заключний) Кіровоградський національний технічний університет. – № ДР 0109U00210, облік. № 0211U005056. – Кіровоград, 2011. – 176с.

2. *Merlet J.P.* Parallel robots. Solid mechanics and its application / J.P. Merlet.// V.74 – Kluwer Academic Publishers, 2000. -394p.

3. *Zozulya V.A.* The Dynamic Characteristics of the Manipulator With Parallel Kinematic Structure Based on Experimental Data. // OsadchyS.I., Zozulya V.A., Timoshenko A.S./ Advances in Intelligent Robotics and Collaborative Automation — Robots. Chapter 3. River Publishers.- 2014,pp.35–66 с.

4. *Getting Started with NI SoftMotion for SolidWorks:* <http://www.ni.com/pdf/manuals/372876a.pdf> (електронний ресурс).



## Комп'ютерне моделювання процесу автоматичного управління брагоректифікаційної установки

В.В. Іванчук, В.В. Древецький

*Національний університет водного господарства та природокористування*

Процес ректифікації є найбільш енергоємною і визначальною частиною технологічного процесу виробництва етилового спирту.

Завданням процесу брагоректифікації є звільнення спирту-ректифікату від більшості домішок і отримання спирту стандартної концентрації [1]. Одночасно домішки, що відбираються, повинні бути максимально сконцентровані на певних етапах ректифікації, що дасть можливість збільшити вихід готової продукції. В цьому випадку втрати спирту з побічними продуктами будуть мінімальними [2].

Головними показниками роботи процесу брагоректифікації є задана концентрація і чистота вихідної продукції з ректифікаційної колони. Основним чинником, що визначає концентрацію пастеризованого спирту, є флегмове число, яке регулюють зміною подачі пари в колону при відповідній зміні подачі води в дефлегматор. Оптимальне флегмове число визначається на підставі техніко-економічних розрахунків [3].

Для дослідження впливу флегмового числа колони на концентрацію і кількісний склад продукту, за допомогою програмного середовища ChemCAD, було проведено комп'ютерне моделювання технологічного процесу брагоректифікації (рис. 1).

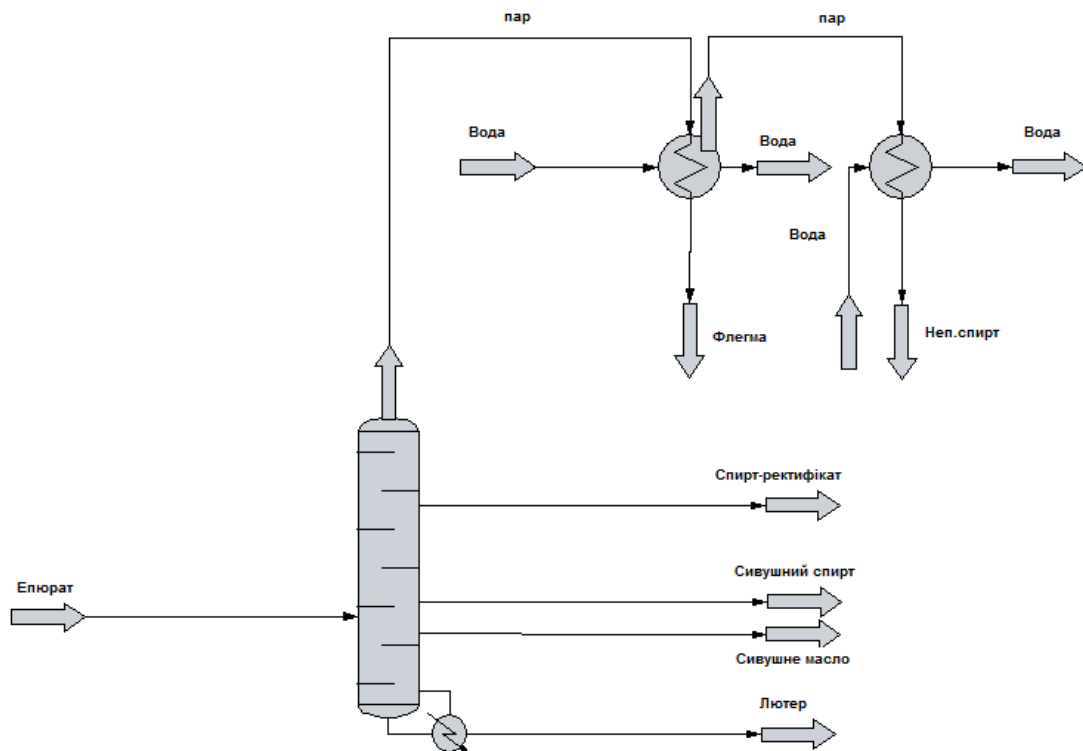


Рис. 1. Модель визначення флегмового числа колони та її впливу на концентрацію і кількісний склад продукту

Досліджено яким чином зміниться флегмове число колони при регулюванні перепаду тиску в колоні, зміни витрати флегми яку повертатимуть в колону, відбори вихідної продукції і непастеризованого спирту. Встановлено, що при отриманні спирту концентрацією 96,2% об. оптимальне флегмове число коливається в межах  $3.5 \pm 0.5$ , якщо колона працює при атмосферному тиску [4].

Аналізуючи отримані дані з комп'ютерного моделювання, можна зробити висновок, що при граничних значеннях флегмового числа ректифікаційної колони спостерігається погіршення якості вихідної продукції, тобто спирту-ректифікату, зменшення продуктивності колони і збільшення витрати енергетичних носіїв, що вимагає колону. Показано, що для отримання спирту-ректифікату поліпшеної якості, необхідно вести систематичний контроль за кількісними показниками домішок вихідної продукції на певних етапах ректифікації і здійснювати автоматичну стабілізацію флегмового числа[5].

Проведене комп'ютерне моделювання процесу брагоректифікації дозволило визначити взаємозв'язок між основними технологічними параметрами, перелік контрольованих, регульованих параметрів і керуючих впливів, сформулювати вимоги до автоматизованої системи управління технологічним процесом. Впровадження запропонованих способів визначення, контролю та стабілізації основних технологічних параметрів роботи брагоректифікаційної установки, зокрема оптимального флегмового числа, що забезпечується шляхом стабілізації співвідношення витрат пари і води з урахуванням кількісних показників домішок на певних етапах ректифікації, сприяє мінімізації завтрат енергетичних ресурсів. Таким чином, підтримування оптимального флегмового числа дозволить підвищити якісні характеристики роботи колони.

З урахуванням отриманих теоретичних розрахунків і окремих технологічних контурів автоматичного регулювання запропоновано рішення, які апробовані на спиртовому заводі в Литві та включені в проектну документацію реконструкції спиртового виробництва на заводі в м. Мінськ (Республіка Білорусь).

### Література

1. *Цыганков П.С.* Ректификационные установки спиртовой промышленности / П.С. Цыганков. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 336 с.
2. Технологія спирту / В.О. Мариченко, В.А. Домарецький, П.Л. Шиян, В.М. Швець, П.С. Цыганков, І.Д. Жолнер. – Вінниця: Поділля-2000, 2003. – 496 с.
3. *Стабников В.Н.* Перегонка и ректификация этилового спирта / В.Н. Стабников. – М.: Пищевая промышленность, 1969. – 456 с.
4. *Іванчук В.В.* Система автоматичного керування флегмовим числом ректифікаційної колони / В.В. Іванчук. – ПРТК-2012, 2012. – С. 197-198.
5. *Іванчук В.В.* Автоматизована система управління браго ректифікаційною установкою непрямої дії / В.В. Іванчук, В.М. Кутя. – К.: Наукові праці НУХТ, 2013. – С. 14-18.

**Спрощення математичних моделей  
для керування складними об'єктами з асортиментними продуктами**

**В.В. Іващук**

*Національний університет харчових технологій*

Значна кількість об'єктів харчової галузі є багатоасортиментною. В той час, технологія виробництва багатоасортиментного продукту потужностями єдиного виробничого комплексу вимагає методики зміни технологічних режимів виготовлення, яка часто виконується експериментально, через складність математичного опису та недоступність оцінки координат стану об'єкта прямим методам вимірювання. Створювані математичні описи високих порядків здатні забезпечувати необхідні умови для відстеження координат стану та виконання їх упередженого прогнозу, але через значну ступінь свободи параметрів вони виявляються складними для супроводження їх фахівцями з автоматизації та ефективною реалізації на промислових логічних контролерах. В конкретиці для кожного асортиментного продукту відбуваються зміни передбачувані регламентом, які в свою чергу можуть призводити до передбачуваних змін в характеристиках об'єкту та вимагати конкретних змін в моделі, що подає його опис. Згаданий комплекс моделей погано формалізується, через що і має відповідні ускладнення в своїй будові. Функції, що є реальними, а отже для свого відтворення вимагають скінчених носіїв [1], а тож зобов'язані мати межі сходження до екстремальних величин, які можуть характеризуватися мірою вираження дії особливостей такого носія. Тут важливою особливістю є масштаби варіації параметрів, час їх тренду відносно інших параметрів.

Визначення цих меж може відбуватися за рахунок розгляду параметричних змін відносно варіацій інших координат в моделі. Межі дають можливість розділити модель за її функціональними можливостями, де кожна можливість зав'язана із відтворенням функції, що має бути змінена для перетворення моделі. Таким чином відбувається моделювання кожного наступного технологічного рушення технологічних характеристик продукту, а отже і параметрів стану об'єкта буде обмежене варіаціями у відносному просторі, який за своїми масштабами має меншу за базову модель розмірність та параметричну свободу.

Таким чином, здійснюючи обмеження моделей є можливість зменшувати розмірність експерименту на створення математичних моделей об'єкта, для реалізації нових продуктів, реалізувати керування по стабілізації режимів за рахунок визначених змін в параметрах задіяних локальних регуляторів.

**Література**

1. *Haugwitz S. Challenges in start-up control of a heat exchange reactor whit exothermic reactions; a hybrid approach / S. Haugwitz, P Hagander. - Great Britain: 2<sup>nd</sup> IFAC Conference on Analysis and design of hybrid system. Elsevier, 2006. - pp.185-191.*

**Автоматизоване управління технологічними комплексами харчових виробництв: інноваційні технології****В.Д. Кишенько***Національний університет харчових технологій*

Інтеграція виробництва, визвана стрімким розвитком інформаційних та телекомунікаційних технологій, вимагає застосування новітніх підходів до управління промисловими підприємствами, в тому числі і в харчовій галузі. Можна з усією відповідальністю стверджувати, що ефективність виробництва може бути забезпечена при умові використання інформаційних систем в процесах управління підприємством як єдиним цілим організмом, в якому тісно переплелися технологічні, організаційні і економічні складові. Підприємство, в цьому випадку, розглядається як складна організаційно-технічна система [1]. Безперечно, що інформаційні технології – це потужний інструмент в руках спеціалістів підприємства, але його успішне застосування залежить від багатьох аспектів (вплив людського фактора, необхідність створення єдиного інформаційного простору, виникнення проблемних ситуацій, різноманітність проявів поведінки об'єкта управління, високий рівень невизначеності, нестаціонарність, лабільність характеристик якості сировини), врахування яких забезпечить досягнення синергетичного ефекту від впровадження сучасних методів та систем управління, адекватних цим особливостям. Звідси витікає, що для ефективного управління підприємствами харчової промисловості необхідним є комплекс інновацій, що системно поєднує передові методи та сучасні досягнення в теорії та практиці інформатики, управління, організації виробництва та економіки.

До таких інноваційних технологій відносимо:

– створення підсистем моніторингу [2] (технологічного, організаційного, економічного), основною задачею яких є отримання, обробка і аналіз інформаційних потоків та формування єдиного інформаційного простору системи управління підприємством на всіх рівнях її ієрархії. В цьому напрямі нами усю увагу зосереджено на технологічному моніторингу. Зокрема, розроблена підсистема технологічного моніторингу цукрового виробництва, в рамках якої реалізовані задачі обробки вхідної-вихідної інформації (відбраковування аномальних вимірювань, відновлення пропусків даних, фільтрація даних, виявлення патернів, формування прецедентів); прогнозування, включаючи системні тенденції розвитку систем; структурної і параметричної ідентифікації; оцінки ефективності прийнятих рішень по управлінню, тощо;

– розробка методів сценарно-ситуаційного управління на основі когнітивного та еволюційного моделювання [3];

– постановка і розв'язання задачі багатоцільового управління технологічними комплексами із ситуаційним змінюванням пріоритетності критеріїв та згорток критеріїв за схемами компромісу при нечітких обмеженнях;

– синергетичне управління технологічними об'єктами на основі атрактивної їх поведінки, фрактального прогнозування, врахування особливостей самоорганізації та регуляції явищ фізико-хімічної природи технологічних процесів шляхом утворення дисипативних просторово-часових структур внаслідок дії механізмів детермінованого хаосу, що дозволяє організувати телеономні стратегії управління не примусового, а топологічно узгодженого із поведінкою об'єкта ресурсощадного резонансного характеру [4];

– побудова інтелектуальних систем управління на різних рівнях управління (нечіткі регулятори, підсистеми інтелектуальної підтримки рішень, динамічні експертні системи) на основі різноманітних баз знань об'єктів харчової галузі і механізмів логічного виведення;

– реалізація розроблених методів, алгоритмів управління складними організаційно-технічними системами в структурах систем промисловими об'єктами з наданням пріоритетності структурам мережевоцентричного управління, які забезпечують формування єдиного віртуального простору як цілісного інформаційно-аналітичного середовища підтримки прийняття рішень по управлінню на всіх рівнях його ієрархії за рахунок здатності кожної територіально- і функціонально-розподіленої компоненти (вузла) діяти в напрямі досягнення спільних цілей та мати рівні можливості до доступу інформації, необхідної для виконання прикладних функцій управління в повному обсязі [5];

– розробка програмного забезпечення систем управління в рамках мультиагентного підходу в якості технологічної платформи для практичної реалізації високоорганізованих систем, що мають потенціал для саморозвитку і здатністю адаптації до динамічного характеру функціонування системи управління і оточуючого середовища [6].

### Література

1. *Антамошин А.Н.* Интеллектуальные системы управления организационно-техническими системами/ А.Н. Антамошин, О.В. Близнава, А.В. Бобров, А.А. Большаков. – М.: Горячая линия - Телеком, 2006. – 160 с.

2. *Галіцин В. К.* Системи моніторингу : монографія/ В. К. Галіцин . – К. : КНЕУ, 2000. – 231 с.

3. *Кульба В. В.* Сценарное исследование сложных систем: анализ методов группового управления / Д. А. Кононов, И. В. Чернов, П. Е. Роцин, О. А. Шулигина// Управление большими системами. Специальный выпуск 30.1 "Сетевые модели в управлении". – М.: ИПУ РАН, 2010. – С.154-186.

4. *Владимирский Э.И.* Синергетические методы управления хаотическими системами / Э.И. Владимирский, Б.И. Исмаилов. – Баку: ELM, 2011.– 240 с.

5. *Трахтенгерц Э. А.* Сетевые методы компьютерного противодействия катастрофам и рискам/ Э. А. Трахтенгерц// Управление большими системами.– 2013.– Вып. 41.– С. 162–248.

6. *Абрамов Д.Б.* Открытые мультиагентные системы для принятия решений в задачах динамического распределения ресурсов/ Д.Б. Абрамов, В.В. Андреев, Е.В. Симонова, П.О. Скобелев. – Самара: ПГАТИ, 2008.– 290 с.

## Вимірювання і регулювання рН в технологічних процесах виробництва цукру

С.М. Коломієць, А.Ф. Кравчук  
ТОВ «САУТКОМ»

Величина рН є одним з показників, що характеризує якість технологічних процесів і регламентується практично на всіх технологічних дільницях. Контроль та регулювання величини рН мають специфічні особливості, але для різних технологічних агрегатів можна виділити статичні залежності величини рН від технологічних режимів, часу та схем регулювання. Зокрема, для цукрових розчинів залежність рН від температури визначається місцем встановлення датчику та діапазоном можливих змін температури середовища [1].

Для практичних задач автоматичного регулювання рН виділяються два типи задач: стабілізації концентрації іонів водню; стабілізації значення лужності чи кислотності середовища, що характеризується зміною рН. При оцінці технологічних режимів необхідно враховувати показники інерційності та запізнювання при вимірюванні та регулюванні рН, динаміка яких характеризується матеріальними потоками та об'ємами апаратів [2].

Наприклад, такі процеси, як дефекація соку, чи сатурація соку, чи сульфатація соку мають власну кінетику, тобто характеризуються певними швидкостями утворення продуктів реакцій. Характерно, що швидкість реакцій в названих процесах залежить від концентрації реагентів, температури, тиску і, як відомо, не залежить від масштабу реакцій.

В системах автоматизації можуть автоматично значення рН коригуватись за іншими змінними, які характеризують технологічний режим.

Залежність величини рН від кількості того чи іншого реагенту, який вводиться в технологічний процес і веде до зміни хімічного складу середовища, має складний не лінійний характер. Криві титрування для зрівноважених режимів являються статичними характеристиками об'єктів регулювання, в яких рН є показником якості процесу. Кожному технологічному процесу відповідає крива титрування зі своїми особливостями. Показник буферності середовища може характеризувати криві титрування розчинів сахарози. Цей показник характеризує величину зміни  $\Delta pH$  розчину при зміні певної величини кількості реагента  $\Delta A$ , що вводиться в технологічний процес, тобто  $\sigma = \Delta pH / \Delta A$ .

### Література

1. Кравчук А.Ф. Проблеми контролю рН в технології виробництва цукру. / А.Ф. Кравчук // Цукор України.- 2014.- № 8.- С 14-20.
2. Кравчук А.Ф. Роль в'язкості в технологічних процесах виробництва цукру / А.Ф. Кравчук // Цукор України. – 2013. - № 6 (90). – С. 22-27.

## Підвищення точності вимірювання реологічних параметрів гідродинамічними перетворювачами

Г.Б. Крих, Л.Й. Садовська

Національний університет «Львівська політехніка»

Для керування технологічними процесами застосовують різноманітні віскозиметри, зокрема трубні, ротаційні, вібраційні. Звичні конструкції віскозиметрів для автоматичного вимірювання параметрів харчових рідин, більшість з яких є неньютонівськими, можуть мати значні похибки [1,2]. Це зумовлено тим, що харчові рідини переважно є багатофазними, які під час вимірювання розділюються на фази, в них наявні макрочастинки, і як наслідок можливе пристінне ковзання на вимірювальних поверхнях. Вдосконалення приладів для вимірювання параметрів неньютонівських рідин є особливо важливим в зв'язку з тим, що в багатьох технологічних процесах харчової та переробної промисловості якість кінцевого продукту і ефективність процесу залежить від реологічних властивостей рідин.

Для вимірювання реологічних параметрів неньютонівських рідин в широкому діапазоні швидкостей зсуву придатні гідродинамічні вимірювальні перетворювачі (ГДП), які дають змогу зменшити деякі методичні похибки вимірювання. ГДП складаються з послідовно з'єднаних мостових гідродинамічних вимірювальних перетворювачів (МГДП), які працюють в режимі постійної витрати рідини [2]. Мостові вимірювальні перетворювачі відрізняються діаметром та довжинами трубок, що утворюють гідравлічну мостову схему. Як видно з рис. 1, вихідними сигналами ГДП є перепади тиску у вимірювальних діагоналях МГДП. Кількість МГДП у гідродинамічному перетворювачі залежить від прийнятої реологічної моделі контрольованої рідини, а також від вимог до точності вимірювання її реологічних параметрів. Мостова схема з'єднання трубок у МГДП, забезпечує компенсацію однієї з методичних похибок вимірювання – входних ефектів трубок.

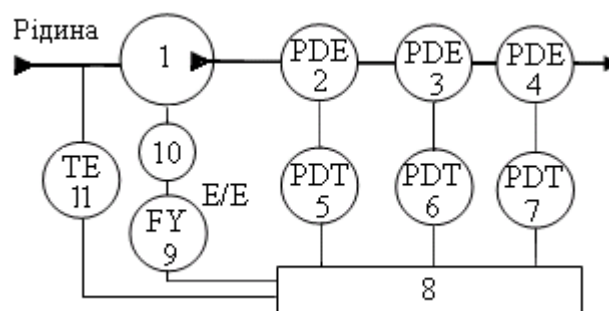


Рис. 1. Принципова схема гідродинамічного вимірювального перетворювача реологічних параметрів: 1 – задавач витрати; 2,3,4 – мостові гідродинамічні перетворювачі; 5,6,7 – дифманометричні перетворювачі; 8 – пристрій керування та обчислення; 9 – частотний перетворювач; 10 – асинхронний електродвигун; 11 – термоперетворювач.

Діаметр і довжини трубок в кожному МГДП залежить від діапазону вимірювання реологічних параметрів, необхідного діапазону швидкостей зсуву та напружень зсуву. Довжина трубок, крім того, повинна перевищувати довжину гідродинамічної початкової ділянки.

Термоперетворювач в схемі ГДП призначений для вимірювання температури рідини і, за можливості, приведення значень реологічних параметрів до заданої температури [1,2].

Частотний перетворювач в схемі ГДП застосований для керування асинхронним електродвигуном задавача витрати рідини з метою забезпечення ламінарного режиму руху рідини в трубках усіх МГДП, а також для зміни витрати під час аналізу наявності пристінного ковзання. Пристінне ковзання виникає зазвичай у багатофазних дисперсних середовищах. Його враховують за допомогою коефіцієнта пристінного ковзання [1,2]

$$s = \frac{u_k R}{\tau_w}, \quad (1)$$

де  $u_k$  – середня швидкість пристінного ковзання;  $\tau_w$  – дотичне напруження зсуву на стінці трубки;  $R$  – радіус трубки. Вигляд реологічної моделі рідини не впливає на методику знаходження коефіцієнта  $s$ , що показаний на рис. 2.

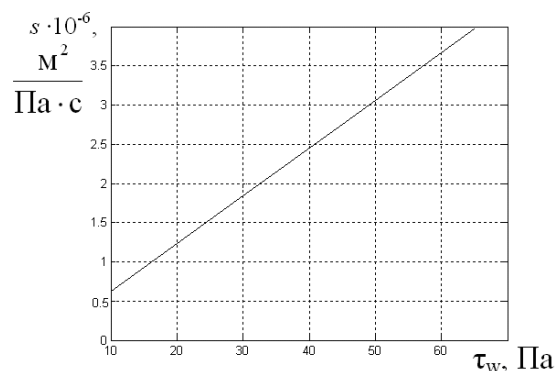


Рис. 2. Залежність експериментально визначеного коефіцієнта пристінного ковзання  $s$  від дотичного напруження  $\tau_w$ .

Далі уточнюють витрату  $F$  в кожному МГДП за такою формулою

$$F = F_o - s \tau_w \pi R, \quad (2)$$

де  $F_o$  – продуктивність задавача витрати.

Корегування витратних характеристик МГДП у вимірювальному перетворювачі зменшує методичну похибку вимірювання реологічних параметрів від пристінного ковзання, яка може досягати 25%.

#### Література

1. *Steffe James.F. Rheological methods in food process engineering /James.F Steffe. – USA, Freeman Press, 1996. – 418 p.*
2. *Крих Г.Б. Зменшення значень похибок вимірювання реологічних параметрів неньютонівських рідин гідродинамічними мостовими перетворювачами / Г.Б. Крих // Науково-технічний журнал “Методи та прилади контролю якості”, вип. № 13, Ів.-Франківськ, 2005. – С. 87-91.*



**Усунення інтегрального насичення в САР з ПД-регуляторами****Д.О. Кроніковський***Національний університет харчових технологій*

Досить часто в моделях САР допускається умова реверсу управління, що рідко є прийнятним у виробництві, адже не можна відкрити клапан у від'ємну сторону, і тим самим перенаправити потік, або ж увімкнути охолодження при нагріві парою. Саме така відірваність моделей і реального виробництва часто призводить до невідповідності змодельованих та реальних процесів.

ПД-регулятори успішно застосовуються для вирішення широкого кола завдань керування технологічними процесами харчової промисловості. Однак, ефективність їх використання може значно зменшуватися, якщо на вихідний сигнал регулятора накладаються обмеження. При цьому може виникати ефект "інтегрального насичення", що значно знижує якість регулювання.

Інтегральне насичення виникає в лінійних ПД (П) регуляторах при виході керуючого сигналу за межі лінійної зони. У сталому режимі роботи й при малих збуреннях більшість систем з ПД-регуляторами є лінійними. Однак процес виходу на режим практично завжди вимагає врахування нелінійності типу «обмеження». Ця нелінійність пов'язана із природними обмеженнями на потужність, швидкість, частоту обертання, кут повороту, площу поперечного перерізу клапана, динамічний діапазон і т.д.

Суть проблеми інтегрального насичення полягає в тому, що якщо сигнал на вході об'єкта керування  $u(t)$  увійшов у зону насичення (обмеження), а сигнал розузгодження  $r(t) - y(t)$  не дорівнює нулю, інтегратор продовжує інтегрувати, тобто сигнал на його виході росте, але цей сигнал не бере участь у процесі регулювання та не впливає на об'єкт внаслідок ефекту насичення. Система керування в цьому випадку стає еквівалентна розімкнутій системі, сигнал на вході якої дорівнює рівню насичення керуючого сигналу  $u(t)$ .

В аналогових регуляторах його усунення було досить складним, оскільки в них проблема не могла бути вирішена алгоритмічно, а вирішувалася тільки апаратними засобами. З появою мікропроцесорів проблему вдається вирішити набагато ефективніше.

Методи усунення інтегрального насичення є актуальними питаннями для науковців і на сьогодні. Серед найрозповсюдженіших варто відмітити [1]:

- обмеження швидкості наростання вхідного впливу;
- алгоритмічна заборона інтегрування;
- компенсація насичення за допомогою додаткового зворотного зв'язку;
- умовне інтегрування.

Досить простим в реалізації є метод обмеження швидкості наростання вхідного впливу. Оскільки максимальне значення вхідного впливу на об'єкт керування  $u(t)$  знижується зі зменшенням різниці  $r(t) - y(t)$ , то для усунення ефекту обмеження можна просто знизити швидкість наростання сигналу уставки  $r(t)$ , наприклад, за допомогою фільтра. Недоліком такого способу є

зниження швидкодії системи, а також неможливість усунення інтегрального насичення, що викликане зовнішніми збуреннями.

Ще одним методом є алгоритмічна заборона інтегрування. Коли керуючий вплив на об'єкт досягає насичення, зворотний зв'язок розривається й інтегральна складова продовжує рости, навіть якщо при відсутності насичення вона повинна була б спадати. Тому один з методів усунення інтегрального насичення полягає в тому, що контролер стежить за величиною керуючого впливу на об'єкт і, як тільки вона досягає насичення, контролер вводить програмну заборону інтегрування для інтегральної складової.

Щодо методу умовного інтегрування, то він є узагальненням алгоритмічної заборони інтегрування. Після запровадження заборони інтегральна складова залишається постійною на тому ж рівні, що вона мала в момент появи заборони інтегрування. Узагальнення полягає в тому, що заборона інтегрування настає не тільки при досягненні насичення, але й при деяких інших умовах.

Для типових об'єктів харчової промисловості запропоновано варіант нівелювання ефекту інтегрального насичення, що включає реалізацію додаткового зворотного зв'язку. Компенсація насичення за допомогою додаткового зворотного зв'язку полягає в тому, що ефект інтегрального насичення можна послабити, відслідковуючи стан виконавчого пристрою, що входить у насичення, і компенсуючи сигнал, що подається на вхід інтегратора.

Проведений аналіз впливу інтегрального насичення на якість процесу регулювання виявив значний вплив у вигляді затягування часу регулювання. В ході дослідження для типових об'єктів харчової промисловості було обрано метод усунення інтегрального насичення, що реалізований як позитивний зворотній зв'язок. Результати свідчать про те, що інтегральне насичення було повністю скомпенсоване, а системи автоматизації залишилися прийнятними за швидкодією при наявному обмеженні на управління.

### Література

1. Astrom K.J. Advanced PID control:5th.ed. — ISA (The Instrumentation, Systems, and Automation Society).- 2014. - 662p.
2. Волюева О.С. Компенсация эффекта интегрального насыщения регулятора в системе управления уровнем металла в кристаллизаторе МНЛЗ/ О.С. Волюева // Наукові праці ДонНТУ. Серія: обчислювальна техніка та автоматизація.- 2013.-№2 (25).-с.13-20.
3. Ковриго Ю.М. Математическое моделирование систем автоматического регулирования с учетом ограничений на управление в пакете Matlab/ Ковриго Ю.М., Фоменко Б.В., Полищук И.А.// Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. - 2007. - №2. -С.21-28.
4. Дьяконов В.П. Matlab 6.5 SP1/7.0 Simulink 5/6. Основы применения / В.П. Дьяконов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 806 с.
5. Manabe S. The Non-Integer Integral and its Application to Control System/ S.Manabe //ETJ of Japan, vol. 6. no. 3.-1961. pp. 93-97.
6. Денисенко В.В. ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации / В.В.Денисенко // СТА.-2006.-№4.-с.66-74.

## Удосконалення автоматизованої системи контролю якості паливних емульсій

**В.М. Кутя, В.В. Древецький**

*Національний університет водного господарства та природокористування*

Практика використання водно-паливних емульсій (ВПЕ) для спалювання в теплоагрегатах та двигунах набула досить значного поширення. Це сприяє підвищенню економічності, надійності та екологічності роботи енергетичних установок [1, 2].

З метою найбільш ефективного спалювання високов'язкого палива (напр., водно-мазутних або водно-дизельних емульсій) необхідно застосовувати автоматизовані системи управління процесами паливопідготовки, що включають неперервний контроль параметрів їх якості. Одними з найбільш важливих параметрів якості водно-паливних емульсій є температура, в'язкість, густина, концентрація дисперсної фази, розміри і розподіл крапель дисперсної фази (дисперсність). Тому сучасна автоматизована система контролю (АСК) параметрів якості ВПЕ повинна виконувати вимірювання цих параметрів у безперервному режимі з метою забезпечення зворотного зв'язку для контурів автоматичного регулювання.

Нами запропонована і розроблена АСК реологічних параметрів емульсій [3], що базується на застосуванні гідродинамічного методу вимірювання. Система є комп'ютерно-інтегрованою і реалізована на основі сучасних технічних та програмних засобів. Програмне забезпечення АСК реалізовано на основі SCADA-системи і включає: програми управління процесом вимірювання кінематичної в'язкості і густини емульсій, графічні екрани мнемосхеми АСК з можливістю управління роботою системи, графічне і текстове відображення зміни вимірюваних параметрів, їх архівування та сигналізацію. Реалізацію підпрограм регулювання витрати та температури за ПІД та ПІД-ШІМ законами відповідно, а також обчислення значень кінематичної в'язкості та густини здійснено засобами мови FBD. Зв'язок SCADA-системи з програмованим логічним контролером реалізовано по протоколу Modbus RTU через інтерфейс RS-485.

### Література

1. *Ishida H.* Kinematic Viscosity of Mechanically Emulsified A-heavy Oil / H. Ishida // Research Reports of Nagaoka National College of Technology. – 2010. – Vol.46.– Pp. 25–29.
2. *Attia Ali M. A.* Influence of the Structure of Water-in-Fuel Emulsion On Diesel Engine Performance / Ali M. A. Attia, A. R. Kulchitskiy // Fuel. – 2014. – Vol.116– Pp. 703–708.
3. *Kutya V.* Computer-integrated System for Emulsion Viscosity and Dispersity Measurement / V. Kutya // Контроль і управління в складних системах (КУСС-2014). XII Міжнародна конференція. Тези доповідей. – Вінниця: ВНТУ. – 2014. – С. 63.

## Система керування установкою контактної мембранної дистиляції в умовах невизначеності

Л.Р. Ладієва, Р.М. Дубік

*Національний технічний університет України «Київський технічний університет»*

Запропоновано систему керування установкою контактної мембранної дистиляції (КМД) за допомогою  $H_{\infty}$ -регулятора, що призначений для видалення компонентів з неоднорідної рідкої системи.

Модель тепломасообміну процесу КМД завжди буде неточною по відношенню до реального процесу у зв'язку зі спрощенням властивостей процесу при побудові моделі, з неточністю залежностей, що описують характер тепло- масо переносу, зі зміною параметрів моделі при різних технологічних режимах.

Для процесу характерні внутрішні збурення, зокрема завдяки концентраційній поляризації. З часом експлуатації керування процесом КМД ускладнюється через зміну характеристик мембрани таких як: коефіцієнт поруватості та коефіцієнт звивистості.

Рушійною силою процесу КМД є перепад температур на виході з мембранного модуля (ММ), тому керування установкою ведеться за каналом «Витрати гріючої пари на вході у теплообмінник – перепад температур на виході ММ». В теплообміннику розчин підігрівається до такої температури, яка б забезпечувала оптимальний перепад температур на виході з ММ. Для забезпечення тривалої роботи установки побудовано робастну систему керування з  $H_{\infty}$ -регулятором, яка забезпечує якість керування при суттєвих невизначеностях. Керування процесом КМД за каналом «Температура пари на вході в ММ – перепад температур на виході ММ» наведено в праці [1].

Дослідження установки КМД з невизначеностями проводилися в частотній області. Для слідкування за сигналом керування необхідно щоб функція чутливості прямувала до нуля, функція додаткової чутливості до одиниці, тобто необхідний великий коефіцієнт підсилення контуру. Для того щоб знизити чутливість системи до невизначеностей об'єкта необхідно утримувати малу величину додаткової чутливості в частотному діапазоні очікуваних невизначеностей. Тобто необхідний компроміс між мінімізацією функції чутливості і додаткової функції чутливості. Припустили, що задавальний вплив знаходиться у низькочастотній області, в той час невизначеності моделі процесу у високочастотній області.

### Література

1. Ладієва Л.Р. Керування процесом контактної мембранної дистиляції за допомогою  $H_{\infty}$  - регулятора. Проектування системи. / Л.Р.Ладієва, А.Ф.Бурбан, Р.М. Дубік // Хімічна промисловість України – 2014. № 1(120) – с. 7 – 10.
2. Lesya Ladieva. Mathematical simulation and process control of contact membrane distillation under uncertainty / Lesya Ladieva, Roman Dubik // The advanced science journal. 312 – chemical engendering. 2013 pp. 11 – 14.

## **Наукові підходи до створення систем керування електротехнічними комплексами у теплицях**

**В. П. Лисенко, А. О. Дудник**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

У зимовий період населення України забезпечується овочами лише на 50 % від рекомендованих норм споживання, тому перед агропромисловим комплексом стоїть завдання збільшити їх виробництво, розширити асортимент, поліпшити якість, умови зберігання та зменшити втрати. Не менш важливим є питання поліпшення технології вирощування та переробки овочів.

Більшість спеціалізованих тепличних господарств України дотепер використовують застарілі технології – теплиці Антрацитівського заводу. Кращі підприємства за рівнем організації виробництва освоїли новітні технології – за проектами і технологічним оснащенням іноземних фірм (Нідерланди, Бельгія, Ізраїль та ін.), що суттєво відрізняються за виробничою потужністю, рівнем енерговитрат та іншими технологічними параметрами. Недоліком старих теплиць залишається недостатнє забезпечення вентиляції, значний перегрів навесні та істотний рівень енерговитрат. Більш сучасні тепличні комплекси орієнтовані на енергозбереження через застосування теплоакумуляуючих модулів, застосування додаткових тепло- і вологоізолюючих засобів тощо.

У наукових дослідженнях основний орієнтир спрямований на модернізацію існуючих виробничих потужностей тепличного господарства. Ефективність таких підприємств значною мірою залежить від запровадження сучасних технологій і менеджменту енергозбереження. У структурі собівартості продукції спеціалізованих овочевих комбінатів спостерігається відчутне зростання частки енергоносіїв через зростання цін на природний газ та електроенергію, що спонукає до пошуку альтернативних джерел енергії та дійових організаційно-економічних заходів ефективного використання виробничих ресурсів і природно-кліматичних умов виробництва продукції овочівництва закритого ґрунту. Доцільним вбачається також врахування динамічних показників біологічної складової, що дозволить підвищити її продуктивність протягом всього періоду вирощування.

Експериментальні дослідження залежності основних показників якості біооб'єктів від зміни параметрів мікроклімату (рис. 1) і встановлення найбільш продуктивних умов вирощування дозволили отримати математичні моделі станів рослин, які в подальшому були використані при формуванні стратегій керування.

Крім того, важливим чинником у формуванні енерговитрат для забезпечення необхідного температурного режиму на тепличних комбінатах є кліматичні умови розташування теплиць [1].

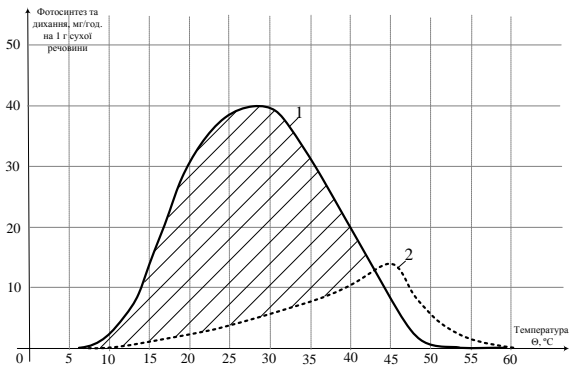


Рис. 1. Залежність фотосинтезу (крива 1) та дихання рослин (томатів) (крива 2) від температури навколишнього повітря

У наших дослідженнях (ПАТ «Комбінат «Тепличний») встановлено обернену залежність витрат енергії на опалення теплиць від рівня сонячної радіації протягом року. Для природно-кліматичних умов Київської області, де розташоване підприємство, характерне збільшення температури повітря від рівня сонячної радіації лише у весняно-літній період. Розроблена методика прогнозування зовнішніх природних збурень на основі нейромережевих підходів та з використанням фільтрації вхідних сигналів дала можливість отримувати технологічно достатню точність прогнозу, що в подальшому використано в алгоритмах роботи систем керування електротехнічним комплексом [2].

Результатом проведених нами досліджень є вдосконалення параметрів систем керування за рахунок розробки нових методів та алгоритмів керування, котрі враховують особливості біологічної складової та прогнозовані зміни зовнішніх природних збурень.

У спорудах закритого ґрунту реалізовано для виробничого випробування систему, що формує стратегію керування електротехнічним комплексом на основі прогнозування природних збурень із використанням теорії випадкових процесів та НМ і прийняття рішень на основі теорії ігор і статистичних рішень (рис. 2). Результати її випробування в ПАТ «Комбінат «Тепличний» показали, що зазначена система підвищує швидкодію системи керування до 20 % при економії природного газу до 13 %.

### Література

1. *Lysenko V. Greenhouse Environment Control System With Neural Network Predictions of External Disturbances / V. Lysenko, V. Reshetyuk, V. Shtepa, A. Dudnyk // Contemporary aspects of production engineering : XXII International students scientific conference, 22–25 May 2013 : abstract. – Warsaw, 2013. – P. 40–52.*

*Лисенко В. П. Нейромережеве прогнозування часових рядів температури навколишнього природного середовища / В. П. Лисенко, Н. А. Заєць, В. М. Штепа, А. О. Дудник // Біоресурси і природокористування. – 2011. – Т. 3, № 3–4. – С. 102–107.*

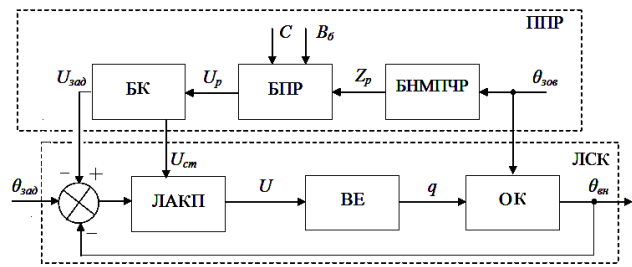


Рис. 2. Архітектура інтелектуальної системи керування електротехнічними комплексами теплиць

## Мінімаксне оцінювання стану систем з розподіленими параметрами еліптичного типу

О.П. Лобок, Н.М. Савіцька

*Національний університет харчових технологій*

Нехай функція  $\varphi(x)$ , що описує стан деякого об'єкта управління, задовольняє рівнянню в частинних похідних еліптичного типу

$$A_x \varphi(x) = \sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left( a_{ij}(x) \frac{\partial \varphi(x)}{\partial x_j} \right) - a_0(x) \varphi(x) = f(x), \quad x \in \Omega, \quad (1)$$

з крайовими умовами

$$\frac{\partial \varphi(x)}{\partial \nu_A} = \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x) \frac{\partial \varphi(x)}{\partial x_j} \cos(\vec{n}, x_i), \quad x \in \Gamma, \quad (2)$$

де  $\cos(\vec{n}, x_i)$  – це  $i$ -й направляючий косинус зовнішньої нормалі  $\vec{n}$  до границі  $\Gamma$  області  $\Omega$ .

Припустимо, що в точках  $x_k \in \Omega$  проводяться виміри

$$z_k = \varphi(x_k) + f_k, \quad k = 1, 2, \dots, m, \quad (3)$$

причому невідомі збурення  $f(x)$  в правій частині рівняння (1) та похибки вимірювань  $f_k$  в співвідношенні (3) належать обмеженій замкнутій області

$$S^m = f(x), f_1, f_2, \dots, f_m : F \langle f, f \rangle + \sum_{i=1}^m g_i f_i^2 \leq 1, \quad (4)$$

де  $F$  та  $g_i$  задані додатні постійні величини.

Розглянемо також функціонал виду  $l(f, \varphi) = \langle l_1, \varphi \rangle + \langle l_2, \varphi \rangle$ , де  $l_1, l_2$  – задані функції з відповідних функціональних просторів,  $\langle \cdot, \cdot \rangle$  – добуток в  $L_2(\cdot)$ .

Задача полягає в тому, щоб в класі лінійних оцінок виду  $\tilde{l}_m(f, \varphi) = (\tilde{l}, z^m)$ , де  $\tilde{l} = [\tilde{l}_1, \tilde{l}_2, \dots, \tilde{l}_m]^T$ ,  $z^m = [z_1, z_2, \dots, z_m]^T$ ,  $(\cdot, \cdot)$  – скалярний добуток в евклідовому просторі  $R^m$ , знайти мінімаксну оцінку  $\hat{l}_m(f, \varphi) = (\hat{l}, z^m)$  з умови

$$\inf_{\tilde{l}_m} \sup_{S^m} |l(f, \varphi) - \tilde{l}_m(f, \varphi)| = \sup_{S^m} |l(f, \varphi) - \hat{l}_m(f, \varphi)| = \sigma_m$$

та визначити похибку оцінювання  $\sigma_m$ .

В роботі пропонується конструктивний розв'язок сформульованої задачі. Знайдені апіорні та апостеріорні мінімаксні оцінки функціоналу  $l(f, \varphi)$  та відповідні похибки його оцінювання. Наведені деякі результати обчислювальних експериментів.

### Література

1. *Наконечный А.Г.* К задачам рекуррентного минимаксного оценивания функционалов в гильбертовых пространствах / А.Г. Наконечный, А.П. Лобок // Моделирование, идентификация, синтез систем управления технологическими процессами и производствами. Донецк: Изд-во ДонГУ, 1983. – с. 10 – 21.

## Моделювання технологічних об'єктів та систем керування з невизначеностями у середовищі Matlab

**Н.М. Луцька**

*Національний університет харчових технологій*

Технологічні об'єкти функціонують в умовах невизначеності, при чому лише частину з них можна розрахувати чисельно. Для технологічного об'єкта при проектуванні системи керування невизначеності можна поділити на два типи: невизначеності в описі математичної моделі; невизначеності у функціонуванні технологічного об'єкта (невизначеність зовнішнього середовища, непередбачувані невизначеності).

Зрозуміло, що розрахувати всі невизначеності в технологічній системі керування не можливо, а можна лише з деякою достовірністю описати невизначеності технологічного об'єкта у вигляді найбільшого відсотку  $d$  від матриці математичної моделі  $\mathbf{A}0$ , що можна представити у формі інтервального матричного сімейства:

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}(q)\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}\mathbf{u}(t) + \mathbf{G}\mathbf{w}(t), \quad (1)$$

$$\mathbf{A}(q) = \mathbf{A}0 + \Delta, \quad |\Delta_{ij}| \leq \gamma, \quad i, j = 1, \dots, n \quad (2)$$

при  $\Delta = d \mathbf{A}0$  або  $|d a_{ij}^0| \leq \gamma$ , де  $\gamma$  – розмах невизначеності.

В середовищі моделювання Matlab розроблена група функцій Robust Control Toolbox [1], за допомогою якої можна моделювати лінійні об'єкти та системи керування з невизначеностями. Даний Toolbox дозволяє генерувати лінійний об'єкт керування з різними типами невизначень, досліджувати об'єкт та систему на стійкість та якість, синтезувати робастний регулятор та ін. Всі функції розбиті на підгрупи, призначення та назва яких наведені в Таб. I.

Таб. I

Підгрупи функцій групи Robust Control Toolbox

Назва підгрупи	Призначення функцій
Uncertain Elements	Функції для побудови невизначених елементів
Uncertain Matrices and Systems	Функції для побудови невизначених матриць і системи
Manipulation of Uncertain Models	Функції для перетворення та аналізу невизначених моделей
Interconnection of Uncertain Models	Функції для взаємозв'язку невизначених моделей
Model Order Reduction	Функції для створення апроксимації низького порядку для моделей об'єкта і регулятора
Robustness and Worst-Case Analysis	Функції, що характеризують робастність системи в найгіршому випадку
Robustness Analysis for Parameter-Dependent Systems	Функції для аналізу параметрично залежних системи



Controller Synthesis	Функції синтезу Н-регуляторів
m-Synthesis	Функції $\mu$ -аналізу та синтезу
Sampled-Data Systems	Функції для аналізу дискретних систем
Gain Scheduling	Функції для синтезу регулятора запланованого підсилення
Frequency-Response Data (FRD) Models	Функція для роботи з моделями, що задані в частотній області
Supporting Utilities	Додаткові функції для роботи з системами, що містять невизначені елементи
LMIs	Функції для побудови та розв'язку систем лінійних матричних нерівностей
Simulink	Функції для використання в Simulink

Не слід забувати, що крім функцій Robust Control, що реалізують лише незначну частину методів робастного синтезу систем, шляхом програмування можна змоделювати систему керування будь-якої складності, де вказані функції та функції з інших Toolbox будуть лише частиною загального алгоритму.

На Рис. 1а наведено сімейство кривих розгону технологічного об'єкта (1) керування, що має 4 входи, 4 виходи та 8 координат стану, причому коефіцієнти матриці  $A$  змінюються в межах  $d = 30\%$ . На Рис. 1б можна побачити як змінюються власні значення при зміні параметрів об'єкта.

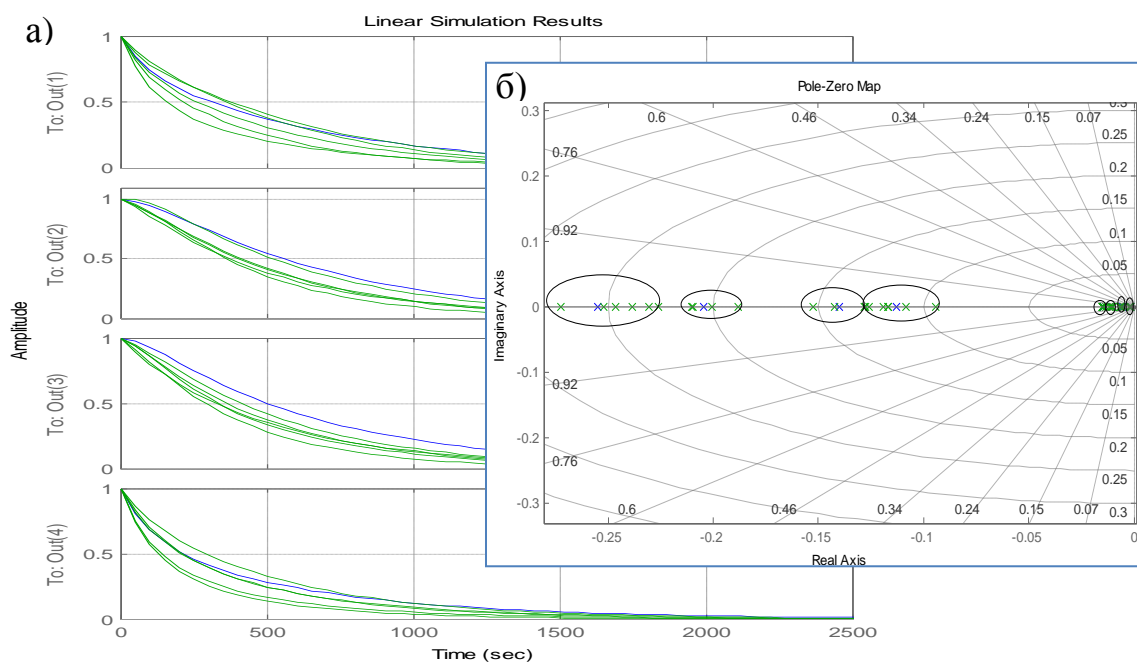


Рис. 1. Сімейство перехідних процесів (а) та власних значень (б) об'єкта з невизначеностями

### Література

1. Sanchez-Pena R., Sznaiier M. Robust system. Theory and application – Wiley & Sons, Inc, 1998.

**Основы автоматизированного управления свойствами ядерного топлива****М.В. Максимов, Е.А. Кокол***Одесский национальный политехнический университет*

Весомой отраслью энергетики Украины является атомная энергетика. На сегодняшний день в нашей стране эксплуатируется 13 блоков с ВВЭР-1000. Это наиболее распространенный тип реакторных установок (РУ) в мире. В настоящее время РУ с ВВЭР-1000 в Украине эксплуатируют в базовом режиме. Несмотря на то, что АЭС в нашем государстве производят около 50 % всей электроэнергии страны, отсутствуют условия, необходимые и достаточные для регулирования уровня мощности в общей энергосистеме, поэтому следует эксплуатировать РУ в маневренном режиме. В соответствии с регламентом можно эксплуатировать ВВЭР-1000 в маневренном режиме, только если это не влияет на уменьшение надежности и безопасности РУ по всем показателям, а также на уменьшение экономической эффективности эксплуатации [1].

Данное исследование направлено на формализацию и разработку модели влияния изменения мощности РУ с ВВЭР-1000 на свойства ядерного топлива для целого ряда критериев безопасной эксплуатации тепловыделяющих сборок (ТВС), таких как, например, глубокое выгорание, охрупчивание оболочки топлива, аномальный аксиальный офсет и др. После изучения каждого критерия безопасности топлива в отдельности стало известно, что значение глубины выгорания топлива увеличивается с годами, вместе с этим наблюдаются изменения в микроструктуре топливных таблеток. Таким образом, зная эксплуатационный запас и значение его изменения, можно говорить об управлении свойствами ядерного топлива. Эксплуатационный запас возможно использовать либо на увеличение мощности, либо на изменение мощности установки в течение суток. Во время топливной кампании постоянное поддержание состояния ядерного топлива в допустимых пределах изменения невозможно, откуда вытекает необходимость создания системы автоматизированного управления свойствами ядерного топлива. Определение основ автоматизированного управления свойствами ядерного топлива и есть началом работы. Ниже приведена наглядная схема основ автоматизированного управления (рис. 1).

Итак, объект управления представлен в виде блока автоматической системы управления реакторной установкой. Входными параметрами являются положения ОР СУЗ, концентрация борной кислоты, соответствующие координаты каждой ТВС при перегрузке. Исходными данными является электрическая мощность, уровень аксиального офсета (АО), глубина выгорания ядерного топлива и поврежденность оболочек твэлов [2].

Мощность ( $N$ ), уровень АО, глубина выгорания ( $B$ ) и поврежденность оболочек твэлов ( $\omega$ ) – это входные параметры блока формирования задания. На выходе формируется задание по каждому из приведенных каналов до момента следующей перегрузки ядерного топлива.

Структурная схема блока управления и распределения (БУР) представляет собой два связанных между собой ПИ-регулятора: один – установлен по каналу регулирования электрической мощностью ( $N$ ), а другой – по АО. Кроме этого блок содержит реле распределении каскет согласно их свойствам [3].

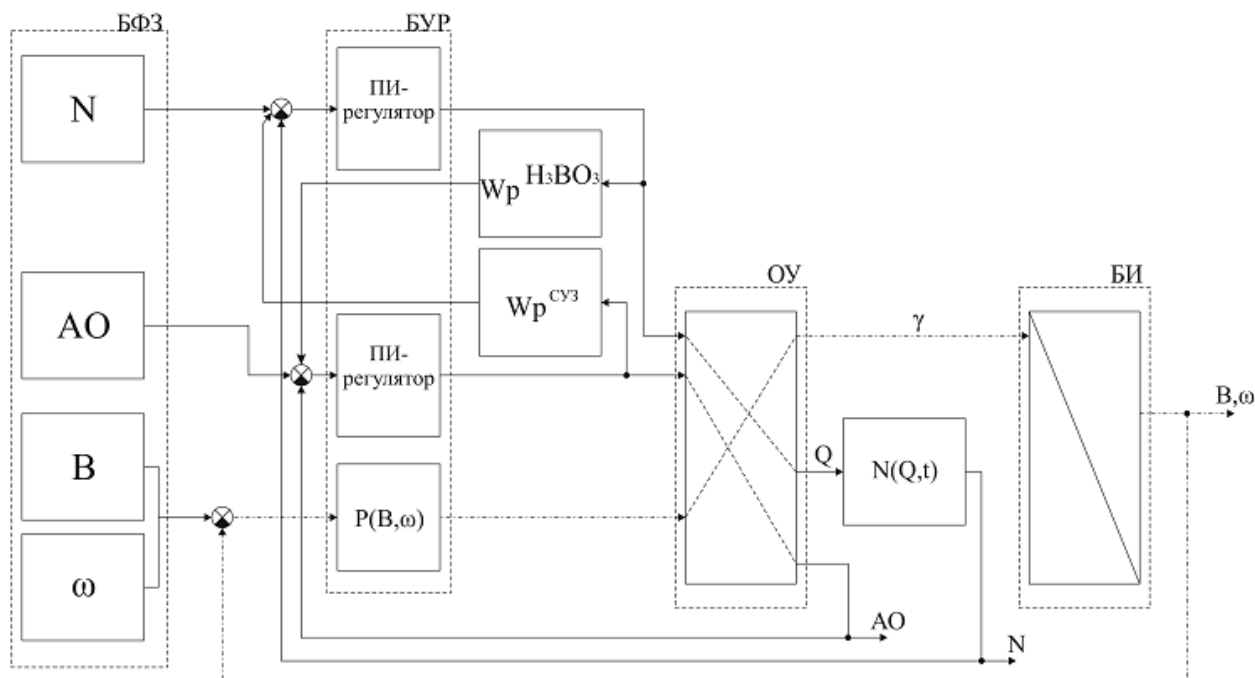


Рис. 1 Технологические основы автоматизированного управления

На вход в блок измерений (БИ) подаются данные по собственному  $\gamma$ -излучению, измеренному в каждой ТВС. Исходными данными блока являются глубина выгорания и поврежденность в каждой ТВС.

Таким образом, предложен подход по автоматизированному управлению свойствами ядерного топлива, основанный на АСУ процессом перегрузки и АСУ ТП энергоблока. Рассматриваемый подход будет определяться не только глубиной выгорания и поврежденностью оболочки твэлов, но и целым рядом других критериев безопасной эксплуатации топлива.

#### Литература

1. *Максимов М.В.* Основы управления ресурсом оболочки твэла в переменном режиме нагружения ВВЭР-1000 / М.В. Максимов, С.Н. Пелых, Р.Л. Гонтарь // Атомная энергия. – 2012. – Т. 112, Вып. 4. – С. 199–206.

2. *Maksimov M.V.* A model of a power unit with VVER-1000 as an object of power control / M.V. Maksimov, K.V. Beglov, T.A. Tsiselskaya // Тр. Одес. политехн. ун-та.–О., 2012. – Вып. 1(38). – С. 99 – 105.

3. *Pelykh S.N.* Cladding rupture life control methods for a power-cycling WWER-1000 nuclear unit / S.N. Pelykh, M.V. Maksimov // Nuclear Engineering and Design. – 2011. – Vol. 241, № 8. – P. 2956–2963.

**Сучасна автоматизація технологічним комплексом виробництва пива****М.Д. Місюра***Національний університет харчових технологій***Основні характеристики, суть розробки**

Сучасний стан у пивоварній промисловості характеризується застосуванням передових технологій, устаткування та мікропроцесорної техніки і комп'ютерних технологій. Разом з тим, відсутній комплексно-інтегрований підхід, не розглядається синергія процесів, не враховується невизначеність, в тому числі і ситуаційна. Все це приводить до зниження ефективності управління пивоварним виробництвом в порівнянні з витратами на ресурси, що використовуються.

Аналізуючи рівень автоматизації сучасних пивзаводів України, можна стверджувати, що всі стадії виробництва пива мають різну систему автоматизації [1]:

- локальну автоматизацію, яка представляється у вигляді локальних регуляторів для регулювання технологічних параметрів в конкретних апаратах, а також релейно-контактних схемах для логічного керування.
- автоматизація на базі мікропроцесорної техніки, яка представляється мікропроцесорними контролерами як вітчизняного, так і закордонного виробництва.

На сьогоднішній день більшість пивзаводів використовують автоматизацію на базі мікропроцесорної техніки. В цьому випадку така система дозволяє вирішувати задачі як контролю та регулювання окремих технологічних параметрів, так і управління групою апаратів на базі логічного технологічного регламенту. Також, використання мікропроцесорної техніки дає можливість більш гнучко та швидко переконфігурувати алгоритми управління виробництвом, а також змінювати рецептурні параметри в цих алгоритмах.

Таким чином, використання сучасних мікропроцесорних засобів та вимірювальної техніки дає можливість побудувати складний програмно-технічний комплекс виробництва пива.

Не дивлячись на високий рівень технічного забезпечення автоматизації технологічного комплексу виробництва пива, існуючі системи не дають можливість оператору-технологу своєчасно і точно приймати рішення по управлінню технологічними процесами. Це призводить до нераціональних втрат ресурсів і знижує продуктивність ділянок технологічного комплексу виробництва пива.

Для якісного і своєчасного прийняття рішень по управлінню технологічним комплексом виробництва пива, ефективним буде поєднання сучасних програмно-технічних засобів автоматизації з інтелектуальними механізмами обробки інформації та генерування рішень по управлінню у вигляді рекомендацій оператору або безпосередньо системі управління [2].

Для реалізації задач управління технологічним комплексом виробництва

пива запропоновано використовувати програмне забезпечення SCADA-системи, для забезпечення зв'язку з нижнім рівнем (датчики, виконавчі механізми) та інтелектуальну підсистему управління, яка є системою верхнього рівня і використовується як надбудова над мікропроцесорною системою управління технологічним комплексом виробництва пива. Інтеграція інтелектуальної підсистеми відбувається міжпрограмними інтерфейсами (Рис. 1).

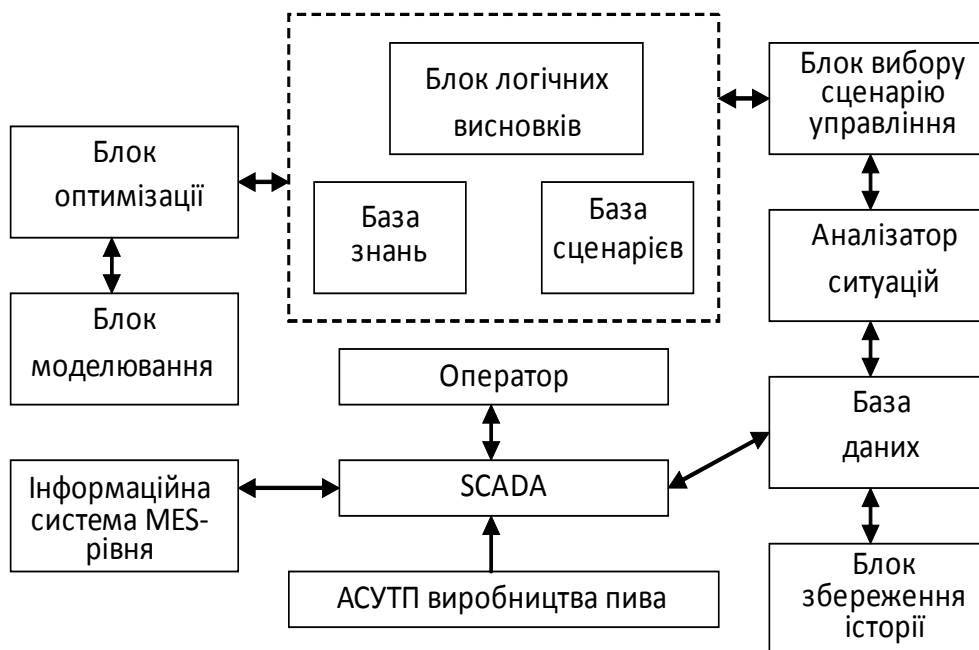


Рис. 1. Функціональна структура автоматизованої системи управління виробництвом пива

### Порівняння з світовими аналогами

Запропоновані рішення і розроблена система автоматизованого управління повністю відповідає світовим стандартам, так як використовують найсучасніше технічне і програмне забезпечення.

### Напрями комерціалізації

Розроблена система автоматизації може бути запропонована для впровадження на підприємствах пиво-безалкогольної промисловості. Крім того, враховуючи універсальність запропонованих рішень, отриманий досвід може бути використаний при розробці систем автоматизації і інших галузей промисловості як України, так і інших країн світу.

### Література

1. Місюра М.Д. Організаційна структура системи автоматизації виробництва пива / М.Д. Місюра // Восточно-європейський журнал передових технологій. – 2009. – №4/11 (40). – С. 38–40.
2. Misiura, Maksym Use of modern theory methods for management of technological beer production complex / Maksym Misiura // Матеріали The Second North and East European Congress on Food NEEFood–2013 26 – 29 May 2013, Kyiv, Ukraine – НУХТ, 2013

## **Метрологическое обеспечение автоматизированного управления трудноизмеримыми процессами в литейном производстве**

**Г.А. Оборский, И.В. Прокопович, М.А. Духанина**

*Одесский национальный политехнический университет*

Автоматизированное управление литейным производством является одной из основных современных проблем отрасли, отличающейся наличием сложных быстропротекающих процессов с большой материало-, энерго- и экологической нагрузкой на окружающую среду. В итоге, объекты литейного производства, обладающие свойствами многофакторности, многокритериальности, многоэкстримальности, стохастичности, нестационарности и многими другими, требуют строгого математического описания для применения классической теории автоматического управления для процессов литья.

При этом, современные методы управления технологией литейного производства остро нуждаются в уменьшении объема информации в отображениях управляемых характеристик объектов, поскольку, например, только доля визуального контроля о протекающих процессах составляет до 80 %. Здесь только у одного простого изображения – некоторой «картинки», по которой вынуждены принимать решения технологи, – около 20 миллионов параметров,

Поэтому, для решения задачи управления по многомерным выходным данным, например, по сложным функциям нескольких переменных, многоместным массивам данных, неподвижным и подвижным изображениям, необходимо обеспечить максимальное уменьшение их размерности вследствие свертывания к одному числу, причем это число не должно определяться просто (например, как среднее арифметическое), а должно отражать весь спектр распределения информации по тому же изображению.

Таким образом, получение адекватной свертки пространственно-временных отображений является одной из важнейших задач автоматизированного управления литейными технологиями.

Поскольку любой объект литейного производства может быть представлен на микро- и макроуровне дискретизации в зависимости от целей и задач его моделирования, а в зависимости от его функционального назначения – в виде устройства, способа, вещества или метода контроля, то и отображения могут быть выбраны различные: функции одной или нескольких переменных; графики, матрицы, подвижные и неподвижные изображения в оцифрованном виде и др.

Массивы чисел, соответствующие этим отображениям подвергали фрактальной свертке. Для подвижных и неподвижных изображений можно выделить три основных вида фрактальных сверток, обладающих различными характеристиками, общая характеристика которых приведена в таблице I.

Виды сверток и их характеристики

№ пп	Вид свертки	Результат свертки	Область применения	Возможность обратного преобразования
1	С помощью расчета хаусдорфовой размерности	Число	Неподвижное изображение	Нет
2	С помощью принципа сжимающих отображений	Массив чисел		Есть
3	С помощью параболического преобразования	Число	Подвижное изображение	Нет

Например, рассмотрим микроструктуры эвтектоидной стали (0,8 % углерода), содержащей пластинчатый перлит, полученные при различных скоростях охлаждения металла, которые имеют вид, представленный на рис. 1.

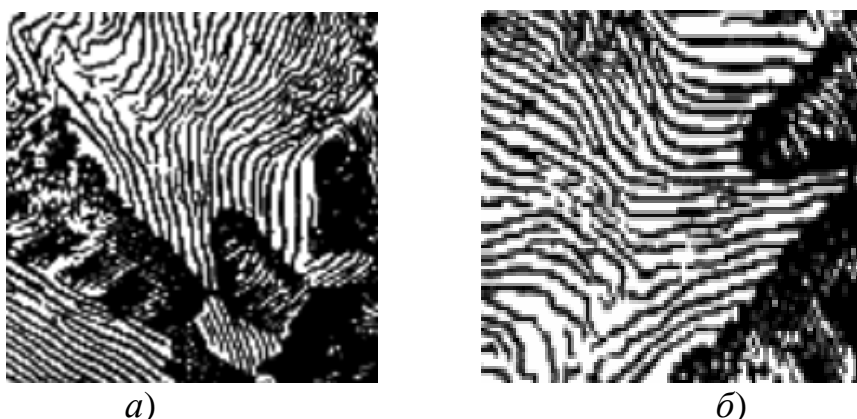


Рис. 1. Микроструктуры эвтектоидной стали (0,8 % углерода), содержащей пластинчатый перлит: *a* –  $D = 1,47$ ; *б* –  $D = 1,21$

Расчет хаусдорфовой размерности, производимый автоматически компьютером непосредственно по фотографии, без каких-либо измерений в значительной степени отражает связь «отображение – размерность». Отсюда несложно перейти к соотношениям «технологические параметры – размерность», что позволяет непосредственно управлять технологией литейного производства по свертке пространственно-временного отображения.

#### Литература

1. Мамчур Е. А. Принцип простоты и меры сложности / Е. А. Мамчур, Н. Ф. Овчинников, А. И. Уёмов. – М.: Наука, 1989. – 304 с.
2. Растрингин Л. А. Адаптация сложных систем: Методы и приложения / Л. А. Растрингин. – Рига: Зинатне, 1981. – 375 с.
3. Измеров М.А. Методы определения фрактальной размерности инженерных поверхностей / М.А. Измеров // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2006. – № 3 (11). – С. 10 – 19.

## Випробовування радіоканалів для рухомого складу АТП

Л.М. Олещенко, А.О. Мошенський

*Національний університет харчових технологій*

Для побудови ланок зв'язку між рухомими учасниками виникає гостра необхідність побудови швидких та надійних каналів передавання даних. Для розв'язку задачі необхідно обрати, обґрунтувати, модернізувати та впровадити на пробне тестування відповідного апаратно-програмного комплексу, що стане невід'ємною ланкою динамічної ІС в АТП.

На території України для роботи АТП та інших цивільних користувачів НКРЗ та УДЦР виділяє смуги частот в трьох діапазонах, а саме 42-44 МГц нижнього УКХ діапазону (LOW Band), 150-170 МГц діапазону 2м та смуги 400-470 МГц діапазону 70 см.

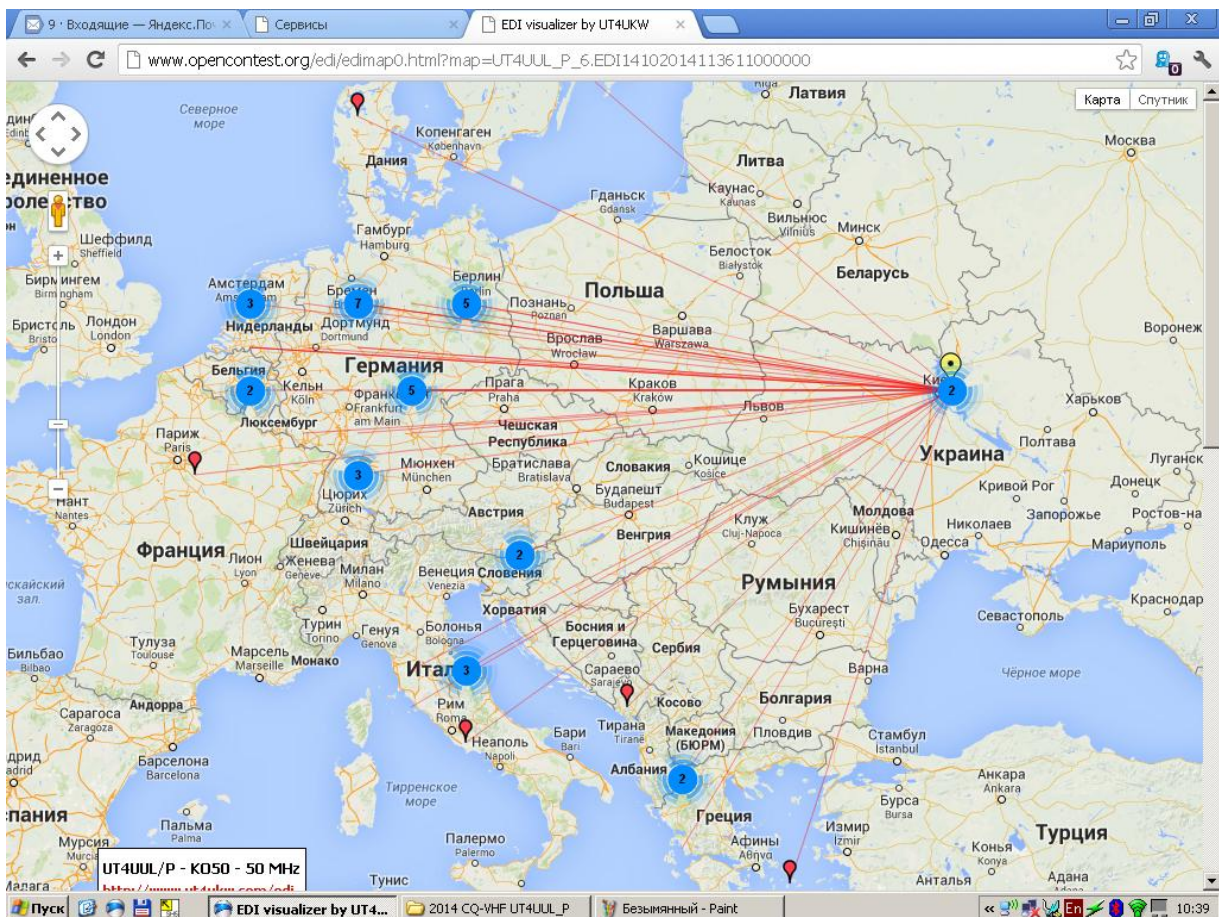


Рис. 1. Карта зв'язків на 50МГц 20.07.2014

Діапазон 42-44 МГц покриває найкраще великі відстані поверхневою хвилею за рахунок природної рефракції, також тропосферного розсіювання, заломлення, над рефракції та хвилеводного механізму. Він є оптимальним для малопересіченої та лісової місцевості. Але у весняні – осінні місяці в світлу пору доби, зазвичай, виникає відбиття від спорадичного шару E. Це призводить до утворення оптимальних умов для поширення на відстані до 2300 км і є причиною сильних завад від іноземних користувачів. Тому використання цього



діапазону ускладнено за рахунок цього фактору. Автором це експериментально підтверджено в липні 2014 під час Чемпіонату Світу з радіозв'язку на УКХ на 6м (50МГц), відповідно до ліцензії, найближчому дозволеному діапазоні (рис.1).

У діапазоні 70 см має сенс будувати мережу в мегаполісі з урахуванням малої рефракції і непоганого проникнення повз штучні споруди. Дальнє тропосферне, та іоносферне поширення малоїмовірне.

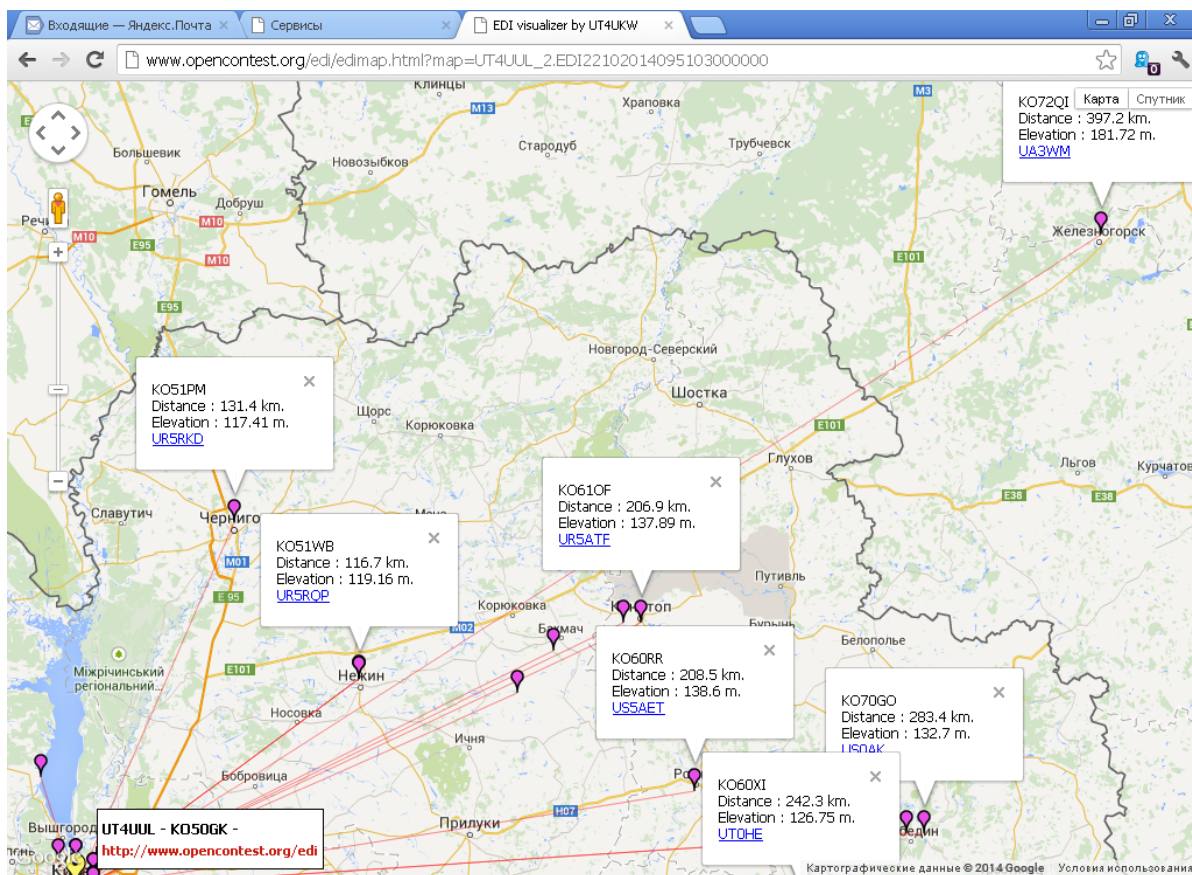


Рис. 2. Карта сеансів УКХ-радіозв'язку на 145 МГц 10.10.2014.

Отже, залишається, як вдалий компроміс, діапазон 150-170 МГц. Відповідно ліцензії автору дозволена суміжна смуга 144-146 МГц для роботи. Експериментальне дослідження підтвердило можливість використання УКХ-радіозв'язку в запропонованій системі комунікації учасників пасажирсько-транспортного процесу. Сеанси зв'язку з радіоаматорами досліджуваного регіону було проведено 15 лютого 2014 р. з м.Вишгород та 10 жовтня 2014 р з м.Києва, локація кореспондентів наведена на рис.2.

### Література

1. Олещенко Л. М. Комп'ютерні мережі комунікації учасників пасажирсько-транспортного процесу / Л.М. Олещенко, А.О. Мошенський // Наукові записки УНДІЗ. – 2014. – №1(29). – С.82-86.

2. Олещенко Л.М. Експериментальне дослідження зони покриття УКХ радіоканалу для зв'язку диспетчера автотранспортного підприємства з водіями рухомого складу / Л.М. Олещенко, А.О. Мошенський // Наукові записки УНДІЗ. – 2014. – №3(31). – С. 47-52.

## Визначення параметрів оптимального багатовимірного регулятора для автоматизації процесу сушіння в киплячому шарі методом номограм

С.І. Осадчий, М.О. Федотова

*Кіровоградський національний технічний університет*

Установки з киплячим шаром отримали широкого застосування в різних галузях промисловості завдяки інтенсифікації тепло-масообмінних процесів, що протікають в ній. Подібні конструкції добре зарекомендували себе і в АПК України. Так, при Кіровоградському національному технічному університеті розроблена принципово нова конструкція зерносушарки (ЗКШ) [1], що вигідно відрізняється від решти одночасною наявністю осадкової камери, каскадів-решет та камери попереднього прогріву.

Для автоматизації сушіння в такій зерносушарці нами були застосовані новітні принципи і методи ідентифікації та синтезу [2], в результаті чого отримана модель багатовимірного оптимального регулятора [3]. Розрахунок структури і параметрів якого передбачав виконання тривалих громіздких операцій, які потрібно було проводити кожного разу при зміні обмежуючих факторів, що характеризуються діагональною матрицею  $C$  [4].

$$C = 10^k \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (k = -4, -3 \dots 2.) \quad (1)$$

Імітація автоматизації процесу сушіння в ЗКШ каскадного типу з киплячим шаром в Simulink показала, що впровадження вищезгаданого регулятора збільшує швидкість сушіння [5], водночас заощаджуючи енергетичний ресурс за рахунок зменшення тривалості самого процесу.

Для того, щоб уникнути низки складних і повторювальних операцій при визначенні моделі регулятора та пришвидшити синтез системи автоматичного регулювання процесом сушіння в ЗКШ, нами запропоновано зручний і зрозумілий метод обчислення параметрів матриці передаточних функцій (МПФ) регулятора, структура якої, як виявилось в ході аналізу, залишається незмінною і виглядає так:

$$W_{PEF} - C = \frac{1}{\sum_{j=0}^4 b_j s^j} \begin{bmatrix} \sum_{j=0}^4 a_j^{11} s^j & \sum_{j=0}^4 a_j^{12} s^j \\ \sum_{j=0}^4 -a_j^{21} s^j & \sum_{j=0}^4 -a_j^{22} s^j \end{bmatrix}, \quad (2)$$

де  $s$  – оператор Лапласа;  $a_j^{21}$  – коефіцієнти полінома, що належать відповідно елементу (2,1) МПФ регулятора;  $b_j$  – коефіцієнти полінома спільного знаменника МПФ.

Коефіцієнти елементів матриці (2) змінюються в залежності від  $k$ , тобто матриці  $C$  за законом експоненти, що можна представити графічно у вигляді номограм Рис. 1.

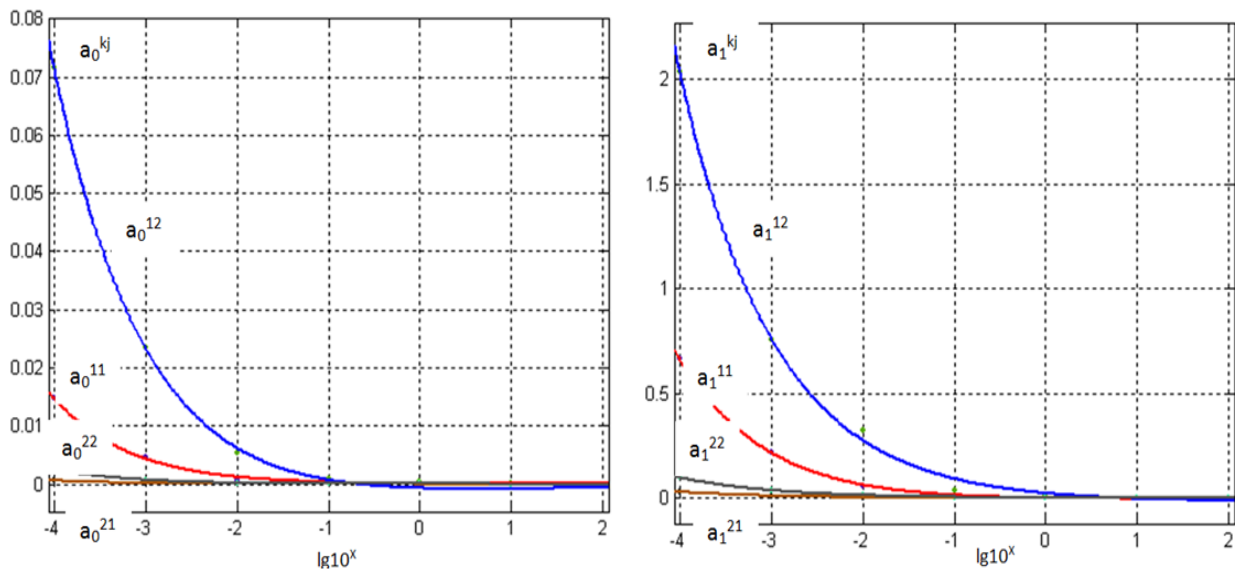


Рис. 1. Номограма для визначення числового значення коефіцієнта  $a_0$  та  $a_1$  для елементів МПФ регулятора

Тобто, у наступному разі, коли потрібно буде отримати МПФ регулятора при зміні обмежуючих факторів на вхідні сигнали ЗКШ, вже не має потреби виконувати трудомісткі операції, перевіряючи крок за кроком отриманий результат, а доцільно скористатись наведеними вище номограмами, що виключатиме і помилку, і затрату часу.

#### Література

1. *Скринник І.О.* Обґрунтування параметрів зерносушарки каскадного типу для обробки насіння у киплячому шарі / Скринник Іван Олександрович. // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Кіровоград, 2010. – С. 17
2. *Осадчий С.І.* Визначення структури і параметрів математичної моделі зерносушильної установки з киплячим шаром в реальних експлуатаційних умовах / С.І. Осадчий, М.О. Калита, І.О. Скринник // Збірник наукових праць КНТУ. – Кіровоград: КНТУ, 2008. – С. 345-349.
3. *Федотова М.О.* Визначення структури і параметрів регулятора для автоматизації процесу сушіння в зерносушарці з киплячим шаром каскадного типу / М.О. Федотова, С.І. Осадчий // Тези доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених. – Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України НДІ Електроенергетичних систем, 2014. – 136 с.
4. *Азарсков В.Н.* Методология конструирования оптимальных систем стохастической стабилизации / В.Н. Азарсков, Л.Н. Блохин, Л.С. Житецкий. – Киев: Книжное издательство Национального авиационного университета, 2006. – С. 438
5. *Моделювання синтезованої системи автоматичного керування сушінням в зерносушарці з киплячим шаром каскадного типу за допомогою Simulink / С.І. Осадчий, М.О. Федотова // Вісник ХНТУ. – Харків: ХНТУ, 2014. – С 123-125*

## Множина перестановок завдань як складова ПДС-алгоритму розв'язання однієї задачі теорії розкладів

О.А. Павлов, О.Г Жданова, М.О. Сперкач

Національний технічний університет України «КПІ»

Розглянемо задачу теорії розкладів, в якій задано множину завдань  $J$  ( $|J|=n$ ), кількість пристроїв  $m$ , для кожного завдання  $j \in J$  відома тривалість виконання  $p_j$ . Всі завдання мають спільний директивний термін  $d$  та надходять у систему одночасно, процес обслуговування кожного завдання протікає без переривань до завершення обслуговування, всі пристрої працюють без переривань. Необхідно знайти максимальний момент запуску пристроїв  $r_{\max}$ , що дозволяє отримати допустимий розв'язок (розклад, у якому усі завдання не запізнюються).

У роботі [1] проведено дослідження властивостей поставленої задачі: визначені ознаки оптимальності розкладів (які є основою ПДС-алгоритму [2]); розроблені алгоритми для побудови початкових розкладів A01 та A02 (перший з них генерує допустимий розклад випадковим чином, другий – є жадібним алгоритмом). Показано, що для покращення розкладу, необхідно направити зусилля на зменшення максимального з виступів  $\max_{i \in I_\Delta} \Delta_i \left( \leftarrow \right)$  [1]. Для цього пропонується використовувати перестановки завдань між пристроями з множин  $I_\Delta \left( \leftarrow \right)$  та  $I_R \left( \leftarrow \right)$  [1]. Розроблені перестановки (що послідовного покращують розклади) можна розділити на чотири типи, які умовно позначимо як: А, Б, В та Г. Ці перестановки, в свою чергу, розділяються на підтипи в залежності від кількості завдань, що приймають участь у перестановці.

**Мета перестановок типу А:** зменшення максимального з виступів ( $\max_{i \in I_\Delta} \Delta_i \left( \leftarrow \right)$ ) за рахунок зменшення резерву одного з пристроїв множини  $I_R \left( \leftarrow \right)$  ( $R_i \left( \leftarrow \right)$ ,  $i \in I_R$ ). Цього можна досягти, коли деяка підмножина завдань з пристрою  $h$  (позначимо її через  $K_h \left( \leftarrow \right)$ , за визначенням  $K_h \left( \leftarrow \right) \subseteq J_h \left( \leftarrow \right)$ ) міняється місцями с деякою підмножиною завдань з пристрою  $s$  (позначимо цю підмножину як  $L_s \left( \leftarrow \right)$ ,  $L_s \left( \leftarrow \right) \subseteq J_s \left( \leftarrow \right)$ ), при цьому завдання з цих двох пристроїв задовольняють наступним умовам:  $\theta \leq \Delta_h \left( \leftarrow \right), \theta \leq R_s \left( \leftarrow \right)$ , де  $\theta$  - величина, на яку зменшується сумарна тривалість завдань приладу  $h$  (збільшується сумарна тривалість завдань приладу  $s$ ). У результаті перестановки отримуємо розклад  $\sigma^1$ :  $\Delta_h \left( \leftarrow \right)^1 = \Delta_h \left( \leftarrow \right) - \theta$ ,  $R_s \left( \leftarrow \right)^1 = R_s \left( \leftarrow \right) + \theta$ , у якого потужності множин  $I_\Delta$  та  $I_R$  залишаються незмінними або зменшуються.

Перестановки типу А розділяються на підтипи в залежності від кількості завдань, що приймають участь у перестановці. В подальшому аналізі кількість підтипів перестановок обмежимо величиною:  $\max \left\{ \left| K_h \left( \leftarrow \right) \right|, \left| L_s \left( \leftarrow \right) \right| \right\} \leq 2$  (в алгоритмі кількість підтипів, що використовуються при розрахунках, буде

залежати від кількості завдань  $n$ ).

**Мета перестановок типу Б:** зменшення максимального з виступів за рахунок резерву пристрою з множини  $I_R$  і з утворенням виступу на цьому пристрої. Міняються місцями завдання з пристроїв  $h \in I_\Delta \setminus \{s\}$  та  $s \in I_R \setminus \{h\}$ , завдання з цих двох пристроїв задовольняють наступним умовам:  $\theta \leq \Delta_h \setminus \{s\} > R_s \setminus \{h\}$ . Для отриманого в результаті перестановки розкладу  $\sigma^1$  виконується:  $\Delta_h \setminus \{s\} \setminus \theta, \Delta_s \setminus \{h\} \setminus \theta - R_s \setminus \{h\}$ . Множина перестановок типів Б призводить до того, що поточна потужність множини  $I_\Delta$  збільшується.

**Мета перестановок типу В:** зменшення максимального з виступів за рахунок резерву пристрою з множини  $I_R$  з можливим перерозподілом резервів і виступів. В результаті перестановок цього типу змінюється склад множин  $I_R$  та  $I_\Delta$ . Отже, міняються місцями завдання з пристроїв  $h \in I_\Delta \setminus \{s\}$  та  $s \in I_R \setminus \{h\}$ , завдання з цих двох пристроїв задовольняють наступним умовам:  $\theta > \Delta_h \setminus \{s\}, \theta \geq R_s \setminus \{h\}$ . Для отриманого в результаті перестановки розкладу  $\sigma^1$  виконується:  $R_h \setminus \{s\} \setminus \theta - \Delta_h \setminus \{s\}, \Delta_s \setminus \{h\} \setminus \theta - R_s \setminus \{h\}$ . При цьому отримуємо, що  $h \in I_R \setminus \{s\}, s \in I_\Delta \setminus \{h\}$  та  $\Delta_h \setminus \{s\} > \Delta_s \setminus \{h\}$ . Множина перестановок типів В призводить до зміни множин  $I_\Delta$  та  $I_R$ .

**Мета перестановок типу Г:** зменшення значення  $\max_i \Delta_i \setminus \{s\}$  за рахунок перерозподілу виступів між пристроями. Отже, міняються місцями завдання з пристрою  $h \in I_\Delta \setminus \{s\}$  та завдання з пристрою  $s \in I_\Delta \setminus \{h\} \cup I_0 \setminus \{h, s\}$  завдання з цих двох пристроїв задовольняють наступним умовам:  $\theta < \Delta_h \setminus \{s\}, \theta < \Delta_h \setminus \{s\} - \Delta_s \setminus \{h\}$ . У результаті перестановки:  $\Delta_h \setminus \{s\} \setminus \theta, \Delta_s \setminus \{h\} \setminus \Delta_s \setminus \{h\} + \theta$ . При цьому для отриманого розкладу  $\sigma^1$  отримуємо:  $\sum_{i=1}^m \Delta_i \setminus \{s\} \setminus \sum_{i=1}^m \Delta_i \setminus \{s\}$ , але  $\max \{ \Delta_h \setminus \{s\}, \Delta_s \setminus \{h\} \} > \max \{ \Delta_h \setminus \{s\}, \Delta_s \setminus \{h\} \}$ .

Таким чином, розроблена множина перестановок, що дозволяє послідовно покращувати значення критерію максимізації пізнього моменту початку виконання завдань паралельними приладами із загальним директивним терміном в допустимому розкладі.

На основі наведених перестановок побудовано ПДС-алгоритм визначення максимально пізнього моменту початку виконання завдань паралельними пристроями із загальним директивним терміном в допустимому розкладі.

### Література

Павлов О.А. Поліноміальна складова ПДС-алгоритму розв'язання однієї задачі теорії розкладів / О.А. Павлов, О.Г. Жданова, О.Б. Місюра, М.О. Сперкач// Технологический аудит и резервы производства, 2013. — №6/3 (14). — С.47—52.

2. Згуровский М.З. Принятие решений в сетевых системах с ограниченными ресурсами [Текст]: монография / М.З. Згуровский, А.А. Павлов. — К.: Наукова думка, 2010.— 573 с.

**Дозирование и учет жидких веществ в промышленности****П.А. Пастушенко***ООО «Проектирование и разработка автоматизированных технологий»*

Некоторые задачи, решаемые при автоматизации предприятий специфичны, к ним относятся задачи создания систем дозирования и учета продукции, товарных запасов в резервуарах. Специфика выражена в первую очередь в том, что значительная часть технологических процессов характеризуется наличием операций, устанавливаемых регламентом, для выполнения которых необходима реализация автоматической подачи в технологический объект доз или расходов жидких компонентов. Актуальность создания систем дозирования и учета жидких веществ связана с получением объективной картины движения товарных и сырьевых потоков на предприятии, а также возможностью ее анализа. Проблемы при создании таких систем начинаются уже с выбора датчиков для контроля расхода, потоков или измерения уровня в резервуарах. Также, во многих технологических процессах различных отраслей промышленности, есть необходимость автоматического дозирования материалов и продуктов. В связи с этим становится чрезвычайно актуальным поиск или создание высокоточного, недорогого, надежного и компактного оборудования, учитывающего специфические условия дозирования и фасовки продукта или полупродукта.

Ряд задач, решаемых при дозировании материалов, является общим для всех технологических процессов, например: задачей 1- является выдача заданного количества материала с требуемой точностью; задача 2 -обеспечение расхода непрерывным потоком с целью поддержания подачи заданного количества материала  $G(t)$  с отклонениями не более  $\pm\Delta$ , выдаваемого за промежутки времени  $\Delta t$ ; задача 3 - является обеспечение заданного расхода одного из исходных компонентов смеси  $Q_i(t)$ , при этом нередко необходимо получить сигналы, пропорциональные суммарному расходу всех компонентов смеси или сигнала. Как следствие, такие системы для весоизмерения, дозирования и учета продукции могут быть построены с использованием разных подходов. Классифицируются системы по подходам в зависимости от методов измерения и управления: системы с использованием массовых расходомеров, системы весового дозирования с тензодатчиками, системы с применением средств измерения уровня и системы дозирования специальными исполнительными механизмами - насосами дозаторами. В промышленности особое место занимают производства, связанные с процессами дозирования, фасовкой и учетом жидкостей. Это обусловлено тем, что образовался целый ряд предприятий малого и среднего бизнеса, занимающихся производством и расфасовкой жидких продуктов в тару. В отличие от крупносерийных и массовых производств, такое оборудование должно быть приспособлено к работе с большой номенклатурой дозируемых составов и иметь возможность оперативной переналадки на разные типы ассортиментной продукции.

## Автоматизація процесу контролю та діагностики параметрів робочих органів машин

О. М. Піскарьов

*Харківський Національний технічний університет  
сільського господарства ім. Петра Василенка*

Актуальність проблеми контролю параметрів обумовлена тим, що для зменшення енерговитрат необхідністю принципове вдосконалення технології та створення високоефективних технічних засобів, що є можливим тільки при застосуванні сучасної вимірювальної та обчислювальної техніки.

До недавнього часу вимірювання параметрів робочих органів здійснювалося за застарілими методиками. Наприклад, вимірювання зусилля на лапі плуга здійснювалося візуально за допомогою динамометру з відеофіксацією та подальшою ручною обробкою інформації [1]. Це не давало змоги розглянути амплітудно-частотні характеристики системи та суттєво зменшувало точність вимірювань.

Розробка нових та модернізація існуючих технологічних процесів потребують використання сучасних технологій контролю та діагностики різних параметрів. Реалізація таких систем можлива з використанням автоматизованих програмно-апаратних комплексів [2] які виконують увесь спектр операцій: вимірювання, обробка результатів, математичний аналіз отриманих даних та моделювання роботи технологічного процесу з різними параметрами. Крім того, є необхідність визначати оптимальні параметри, які забезпечують максимальну продуктивність агрегату при різних зовнішніх значеннях, а також особливості конструкційних матеріалів та їх профілів для виготовлення робочих органів.

Таким чином, використання автоматизованих систем вимірювання параметрів робочих органів дозволить суттєво поліпшити технологію оптимізації параметрів, автоматизувати процес збору та збереження результатів вимірювань, дозволить отримувати результати моделювання технологічних систем у комплексній формі та у вигляді ряду Фур'є, порівнювати роботу моделі у декількох режимах та виконувати імітаційне моделювання роботи системи, визначати окремі характеристики робочих органів.

Ефективність автоматизації контролю параметрів підтверджено низкою лабораторних та польових випробувань на різних типах сільськогосподарської техніки: плуг, культиватор, сіялка та інші.

### Література

1. *Фурман І. О., Піскарьов О. М. Дослідження параметрів робочих органів машин с.-г. призначення / Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України: Вісник ХНТУСГ. – 2008. – Т. 2. – №. 73. – С. 79-81.*
2. *Фурман І. О., Піскарьов О. М. Мікропроцесорна система контролю та діагностики технологічних процесів обробки ґрунту // Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України: Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. – 2011. – №. 117. – С. 95-96.*

## **Розробка та використання імітаційних моделей для відлагодження програмного забезпечення програмованих логічних контролерів**

**О.М. Пупена**

*Національний університет харчових технологій*

При розробці автоматизованих систем управління технологічними процесами виникає необхідність початкового налагодження програмного забезпечення мікропроцесорних контролерів та SCADA-програм до моменту впровадження їх на об'єкті. Практично доведено, що ґрунтовний підхід до попередньої перевірки роботи програмно-технічних засобів в комплексі, значно зменшує часові та фінансові затрати на впровадження розробленої системи. Крім того, для функціонально-небезпечних процесів, до моменту впровадження, система управління повинна пройти обов'язкове тестування. Одним із найбільш економічних та доступних способів перевірки функціонування програмних засобів таких систем є використання програмної імітації технологічних процесів.

У зв'язку з різноманітністю існуючих програмно-технічних засобів для систем АСУТП, напрацювання бази імітаторів для типових об'єктів управління з використанням мов програмування високого рівня стає проблематичним. Альтернативним рішенням цієї задачі є використання для цього ресурсів мікропроцесорних контролерів, які можуть бути як в складі системи управління, яка розробляється так і поза її межами. У якості базової платформи для програмування пропонується використати стандартні мови програмування МЕК 61131, зокрема Function Block Diagram (FBD), Ladder Diagram (LD), та Structured Text (ST) які підтримуються більшістю сучасних ПЛК.

Для зменшення витрат часу на побудову імітаційної моделі пропонуються програмні функціональні блоки для імітації типових ланок. Модульність імітаційних моделей дає можливість порівняно легко конструювати і адаптувати моделі під конкретну систему.

Для перевірки правильності роботи програмного забезпечення ПЛК до його використання на об'єкті як правило користуються формальними методами верифікації, які важко розробити для складних алгоритмів управління. Інший підхід базується на використанні складних програмно-технічних комплексів, які інтегруються з ПЛК на етапі налагодження. Порівняно з цими підходами, використання імітаційних моделей на базі мов програмування МЕК 61131-3 має переваги у відкритості і доступності.

Розроблені підходи та моделі можуть бути використані на підприємствах, які займаються розробкою та наладкою систем АСУТП. Враховуючи використання відкритих стандартних мов програмування моделі можуть бути адаптовані для будь-яких промислових контролерів, які відповідають стандартам МЕК 61131.



## Частотна лінеаризація характеристик перетворення первинних вимірювальних перетворювачів

О.Й. Рішан, Б.Б. Сотничук

*Національний університет харчових технологій*

Ефективність функціонування сучасної інтегрованої автоматизованої системи управління (ІАСУ) залежить від метрологічного забезпечення її нижнього рівня (первинних вимірювальних перетворювачів ПВП), яке забезпечує надходження необхідної інформації в мікропроцесорний контролер (МПК) системи про стан об'єкта, що автоматизується, з необхідною точністю.

В переважній більшості випадків характеристика перетворення (ХП) ПВП по діапазону вимірювання є нелінійною, при чому ХП може бути як із зростаючою чутливістю до кінця діапазону вимірювання, так і з чутливістю, що зменшується по діапазону. Нелінійність ХП збільшує основну похибку ПВП і для її зменшення необхідно або звужувати діапазон вимірювання ПВП, що не бажано, або ХП ПВП необхідно лінеаризувати.

У більшості сучасних засобах вимірювання (ЗВ) лінеаризацію ХП ПВП здійснюють у цифровому коді без зміни її чутливості, а отриману лінійну ХП ПВП знову перетворюють в аналоговий сигнал для його передачі по лінії зв'язку у МПК. Для збільшення чутливості ЗВ та усунення додаткових перетворень сигналів доцільно проводити лінеаризацію ХП ПВП безпосередньо при її перетворенні у частотний сигнал [1] і його передачу по лінії зв'язку у МПК, уникнувши додаткових перетворень.

Для лінеаризації ХП ПВП із зростаючою чутливістю по діапазону вимірювання розроблений спосіб [1], при реалізації якого, при перетворенні аналогового сигналу у частоту, у частотному перетворювачі необхідно змістити характеристику перетворення та змінити напрям лінеаризації, тобто перейти до лінеаризації характеристики із чутливістю, що зменшується по діапазону від його кінця до початку. Останнє проводить до значного росту чутливості вихідної ХП ПВП при лінійній її залежності по діапазону.

Для цієї мети доцільно використовувати конденсаторний перетворювач напруги у частоту, що побудований за схемою транзисторного РС – генератора і частота імпульсів на виході якого може регулюватись по трьом каналам [1].

У випадку одночасного використання двох каналів регулювання частоти РС – генератора (по каналу зміни струму заряду та по рівню заряду ємностей) основне рівняння перетворення такого генератора має вигляд:

$$F = F_c + \frac{a * U}{U_c - b * U}, \quad (1)$$

де  $F$  і  $F_c$  – частота імпульсів на виході генератора та його середня частота;  $a$  – коефіцієнт перетворення;  $b$  – коефіцієнт корекції не лінійності;  $U_c$  – вихідна

напруга на катодах, що фіксують рівень заряду ємностей:  $U$  – напруга рівня заряду конденсаторів, яка залежить від аналогового сигналу, що лінеаризується.

Якщо до входу перетворювача надходить аналоговий сигнал виду

$$-U_{BX} = K_1 * X + f_{1H}(X), \quad (2)$$

де  $K_1$  - коефіцієнт пропорційності;  $f_{1H}(X)$  - складова аналогового сигналу, яка вміщує більш високі степені аргументу  $X$ , і описує ХП із зростаючою чутливістю; то при  $b = 0$ , схема керування частотою генератора пропорційна напрузі на вході і повторює вхідну залежність по діапазону перетворення.

Максимальному значенню вхідного аналогового сигналу  $X_{MAX}$  відповідає максимальне значення напруги  $U_{MAX}$  схеми керування.

Компенсатором нульового сигналу генератора зміщують залежність, що перетворюється, на величину  $-U_{MAX}$  і отримують залежність

$$U = -U_{MAX} + K_1 * X + f_{1H}(X), \quad (3)$$

та переходять до лінеаризації останньої, але в координатах аргументу  $(X_{MAX} - X)$  в діапазоні зміни  $X$  від 0 до  $X_{MAX}$ .

При цьому характеристика приймає вигляд:

$$-U = K_2 * (X_{MAX} - X) - f_{2H}(X_{MAX} - X), \quad (4)$$

де  $K_2$  - коефіцієнт пропорційності;  $f_{2H}(X_{MAX} - X)$  – складова, яка вміщує більш високі степені аргументу  $(X_{MAX} - X)$ .

Сумісне рішення рівнянь (1) та (4) дає вираз для зміни частоти на виході генератора:

$$F = F_C + K_{II}(X_{MAX} - X) \frac{aK_2 - \frac{a * f_{2H}(X_{MAX} - X)}{X_{MAX} - X}}{U_C - bK_2(X_{MAX} - X) + abf_{2H}(X_{MAX} - X)}. \quad (5)$$

При умові  $aK_2 = U_C$ , зміною значення коефіцієнта  $b$  глибини корекції нелінійності досягають рівності:

$$\frac{af_{2H}(X_{MAX} - X)}{X_{MAX} - X} = bK_2(X_{MAX} - X) + abf_{2H}(X_{MAX} - X). \quad (6)$$

Чим точніше виконується умова (6), тим ближче зміна частоти на виході генератора в функції від аргумента  $(X_{MAX} - X)$  до лінійної.

Зворотний перехід від лінеаризованої характеристики, в координатах аргументу  $(X_{MAX} - X)$ , до вихідної досягається відніманням частоти, що визначається по залежності (5) із максимальної, яка визначається також із рівняння (5) при  $(X_{MAX} - X) = 0$ .

Експериментальні дослідження перетворювача в складі ЗВ для вимірювання зусилля з використанням магнітопружних ПВП показали, що він дозволяє майже на порядок зменшити похибку нелінійності ХП такого ПВП.

### Література

1. А. с. 713328 СССР. МКИЗ G 06 G 7/26 Функциональный преобразователь / А. Е. Ришан (СССР) / Институт автоматики им. XXV съезда КПСС. – №2686632/18-24; заявл. 22.11.78; опубл. 05.10.79, Бюл. № – . – 12 с.

**ГЕРТ-мережевий аналіз процесу виробництва пива як об'єкта управління****М.С. Романов***Національний університет харчових технологій*

Технологічний комплекс пивзаводу як складна організаційно-технологічна система, потребує ефективного керування, для здійснення якого важливе використання комп'ютерних технологій і сучасних методів оптимізації самого процесу керування.

Весь комплекс технологічних та організаційних операцій, що являє собою процес виробництва пива, можемо представити як стохастичну мережу. Вузли стохастичної мережі можуть бути інтерпретовані як стани процесу, а дуги - як переходи з одного стану в інший. Такі переходи можна розглядати як реалізацію узагальнених операцій виробництва, що характеризуються щільністю розподілу, або функцією маси, і ймовірністю виконання. Таким чином, отримуємо стохастичне графове представлення виробничих процесів, де вузли є входом і виходом для операцій. Дуги характеризують час виконання реальної виробничої операції [1].

Розглянемо реалізацію виробничого процесу (програми), задану мережею  $G = (N, A)$ , що містить тільки GERT-вузли, які утворюють множину  $N$ . Нехай  $p_{ij}$  - ймовірність того, що операція  $(i, j)$  буде виконана за умови, що вузол  $i$  виконаний. Для випадкової величини  $H_{ij}$  визначимо  $W$ -функцію як

$W_{ij}(s) = p_{ij}M_{ij}(s)$ , де  $M_{ij}$  - умовна функція моментів випадкової величини  $H_{ij}$ .

За допомогою цього перетворення завжди можна визначити мережу  $G'$ , структура якої ідентична структурі мережі  $G$ , тільки замість двох параметрів дуг  $p_{ij}$  і  $H_{ij}$  присутній один параметр  $W_{ij}$ . В системі GERT-моделей можна включати в опис час виконання відповідної операції виробничого процесу як параметр дуги. Проте, також, можна розглядати будь-який характерний параметр, якому притаманна аддитивність по дугам будь-якого шляху. Якщо часи виконання елементів мережі  $G$  представляються незалежними випадковими величинами, то для  $G'$  справедливі правила еквівалентності (з обчислювальної точки зору)[2] для випадків, коли  $G'$  складається з двох послідовних дуг, з двох паралельних гілок або з однієї гілки і однієї петлі.

Система GERT-моделей дозволяє включати випадкові відхилення і невизначеність, що виникають безпосередньо під час виконання кожної операції виробничого процесу. Отже, в отриманий результат вже включені всі випадкові коливання і немає необхідності вносити до нього додаткові поправки.

**Література**

1. *Филлипс Д.* Методы анализа сетей / Д. Филлипс, А. М. Гарсиа-Диас: М.: Мир, 1984. - 496 с.
2. *Шибанов А.П.* Нахождение закона распределения выходной величины GERT-сети большой размерности / Шибанов А.П. // Информационные технологии, 2002, No 1, с. 42-45.

**Математична модель системи головний привод - привод подачі фрезерного деревообробного верстата**

**Т.Г. Руденко, Ю.О. Єрмолаєв, Г.В. Савеленко**

*Кіровоградський національний технічний університет*

Найефективнішим способом регулювання й обмеження навантаження електропривода різання є вплив на привод подачі.

В роботах [1, 2] показані основні вузли системи головний привод-привод подачі. Синтез регулятора було здійснено по класичній методиці, наприклад, [3]. Для більш точного дослідження режимів фрезерування та взаємодії систем електроприводів складено математичну модель системи з використанням середовища Simulink, представлену на Рис. 1.

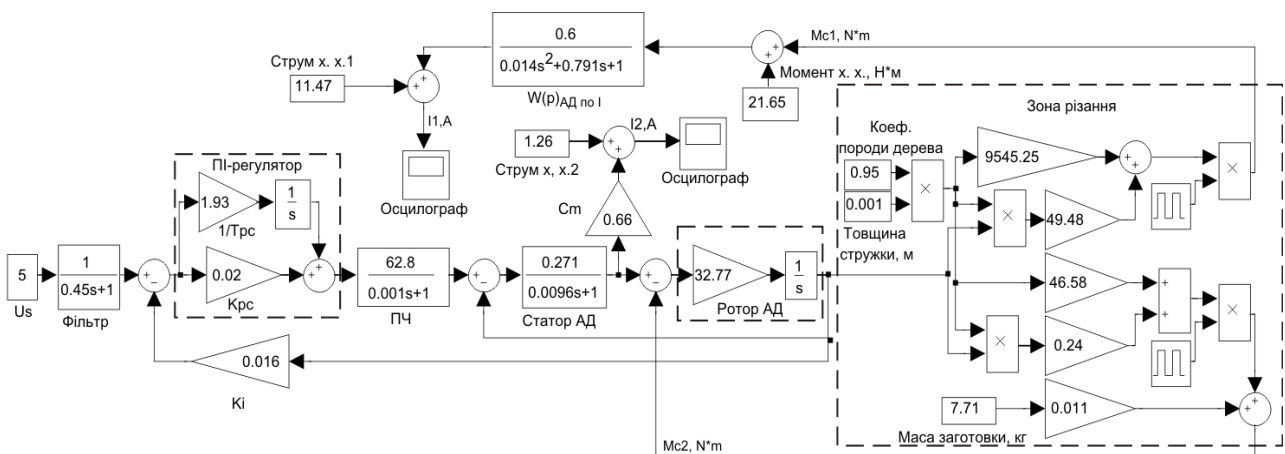


Рис. 1. Лінеаризована модель системи головний привод - привод подачі

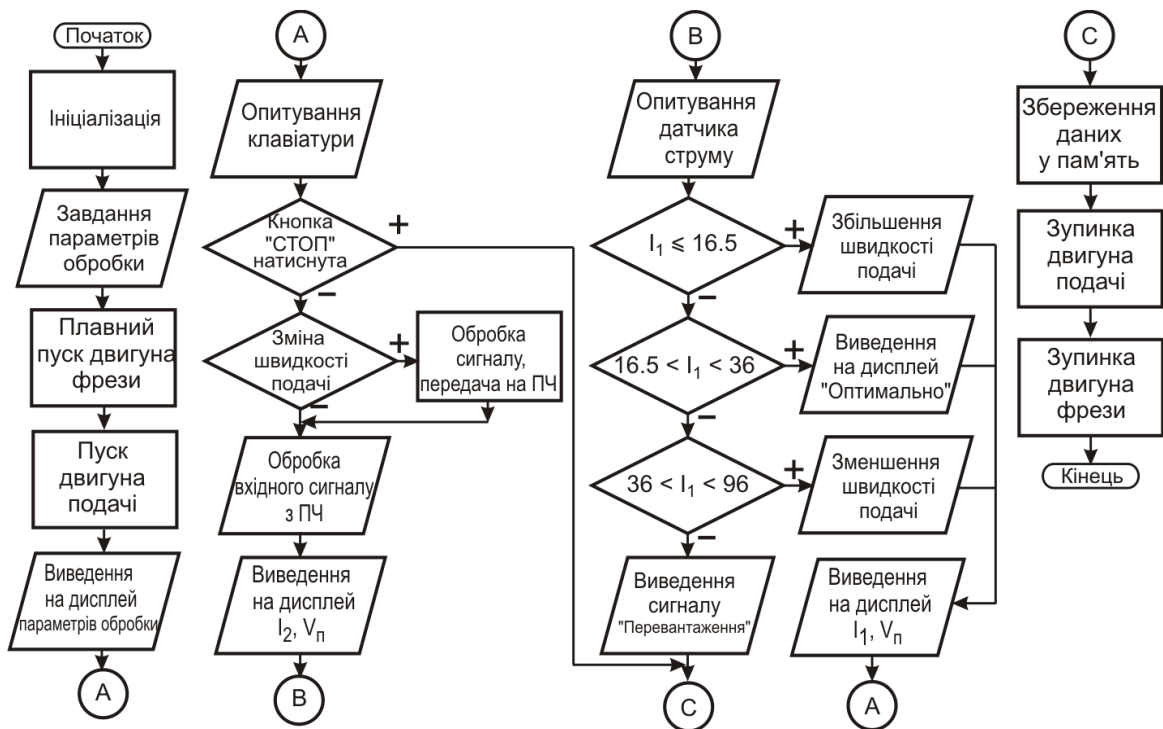


Рис. 2. Спрощений алгоритм керування навантаженням двигуна фрези

Об'єкт (Рис.1.) складається з перетворювача частоти (ПЧ) із вбудованим ПІ-регулятором, асинхронного двигуна (АД), зони різання, в якій відбувається формування моментів навантаження на приводи подачі й інструмента, та асинхронного двигуна приводу фрези, що реагує на зміну навантаження.

На Рис. 2. показано фрагмент алгоритму керування навантаженням двигуна фрези й умовно позначено:  $I_1$  – струм статора двигуна фрези,  $I_2$  – струм статора двигуна подачі,  $V_n$  – швидкість подачі. Струм статора  $I_1$  має бути в межах 0,55..1,2 від номінального значення, тобто 16,5–36 А, і не перевищувати  $3,2 \cdot I_n$ , тобто 96 А [4].

Результат моделювання наведено на Рис. 3.

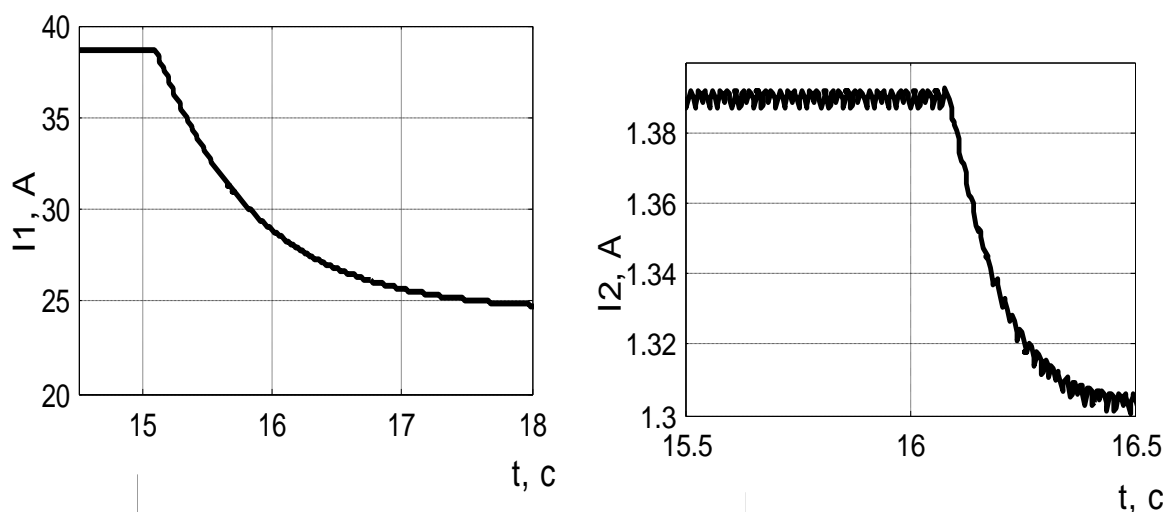


Рис. 3. Результат моделювання системи керування

Криві перехідного процесу струмів показують, що процеси мають аперіодичний характер. Реакція привода подачі запізнюється на 0,97-1,05 с. Дані показники задовольняють технологічним вимогам до нормальної роботи системи електроприводів.

### Література

1. Єрмолаєв Ю. О. Математична модель ланки різання в системі автоматичного регулювання навантаження головних електроприводів деревообробних фрезерних верстатів / Ю. О. Єрмолаєв, Т. Г. Руденко // Енергетика і автоматика. – 2013. – № 2(16).
2. Руденко Т.Г. Модель систем електроприводів деревообробного верстата / Т.Г. Руденко // Техніка в сільськогосподарському машинобудуванні, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць Кіровоград. нац. техн. ун-ту. – Кіровоград: КНТУ, 2013 – Вип. 26. – С. 292-297.
3. Терехов В.М. Системи управління електроприводів / Терехов В.М., Осипов О.И.; под ред. В.М.Терехова. – М.: «Академия», 2006. – 304 с.
4. Руденко Т.Г. Інформаційно-комп'ютерна система контролю процесу фрезерування деревообробного верстата / Ю.О. Єрмолаєв, Т.Г. Руденко // Техніка в сільськогосподарському машинобудуванні, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць Кіровоград. нац. техн. ун-ту. – Кіровоград: КНТУ, 2014 – Вип. 27. – С. 228-234.

## Безконтактна система керування синхронним двигуном з постійними магнітами

І.В. Савеленко

*Кіровоградський національний технічний університет*

Розвиток технологій, що дозволили отримати матеріали з високими магнітними властивостями та порівняно невисокою вартістю, сприяли більш широкому використанню синхронних двигунів з постійними магнітами (СДПМ).

Високі експлуатаційні показники СДПМ при значних обертових моментах в порівнянні з асинхронними двигунами дають можливість їх використання в електричних приводах.

Регулювання швидкості СДПМ може здійснюватися трьома основними способами:

1. Залежне регулювання частоти й напруги.
2. Регулювання частоти в функції положення ротора.
3. Незалежне регулювання частоти обертання і магнітного потоку

Використання керованих електроприводів не можливе без реалізації алгоритмів керування швидкістю обертання, які обчислюють сучасні мікропроцесори.

В даний час в мікропроцесорних (МП) системах автоматичного керування (САК) використовуються алгоритми, засновані на керуванні миттєвими значеннями координат.

Модель СДПМ з постійними магнітами в d-q координатах має вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_s \frac{di_{sd}}{dt} + i_{sd} = \frac{U_{sd}}{R_s} + \omega T_s i_{sq} \\ T_s \frac{di_{sq}}{dt} + i_{sq} = \frac{U_{sq}}{R_s} - \omega T_s i_{sd} - \frac{k}{R_s} \omega \\ \ominus \frac{d\omega}{dt} = \frac{2}{3} k i_{sq} - m \\ \frac{d\varepsilon}{dt} = \omega \end{array} \right. \quad (1)$$

де  $\ominus$  - момент інерції,  $\varepsilon$  - кут повороту,  $\omega$  - частота обертання,  $T_s$ - постійна часу фази статора,  $R_s$  - активний опір фази статора,  $i_{sq}$  - поперечна складова струму статора,  $i_{sd}$ , повздовжня складова струму статора.

Для отримання інформації про становище полюсів в просторі використовуються датчики положення ротора.

Очевидно, що датчики визначення механічних величин значно погіршують експлуатаційні і вартісні параметри приводу. Усунення датчиків підвищує надійність електропривода. Використання вбудованих оптичних датчиків положення в сучасних приводах та отримання швидкості шляхом

диференціювання положення не вирішує дану проблему при значних динамічних навантаженнях.

Для передачі інформації на пристрій керування необхідні додаткові підключення до двигуна, що ускладнює конструкцію двигуна. Існує декілька причин, через які виникає необхідність усунути датчики положення:

- практична неможливість виконати додаткові з'єднання між датчиками положення і пристроєм керування;
- значна вартість датчиків положення та їх під'єднання.

Відмовитися від датчика положення ротора, механічно пов'язаного з валом СДПМ, можна при використанні пристрою, структурна схема якого представлена на рисунку 1.

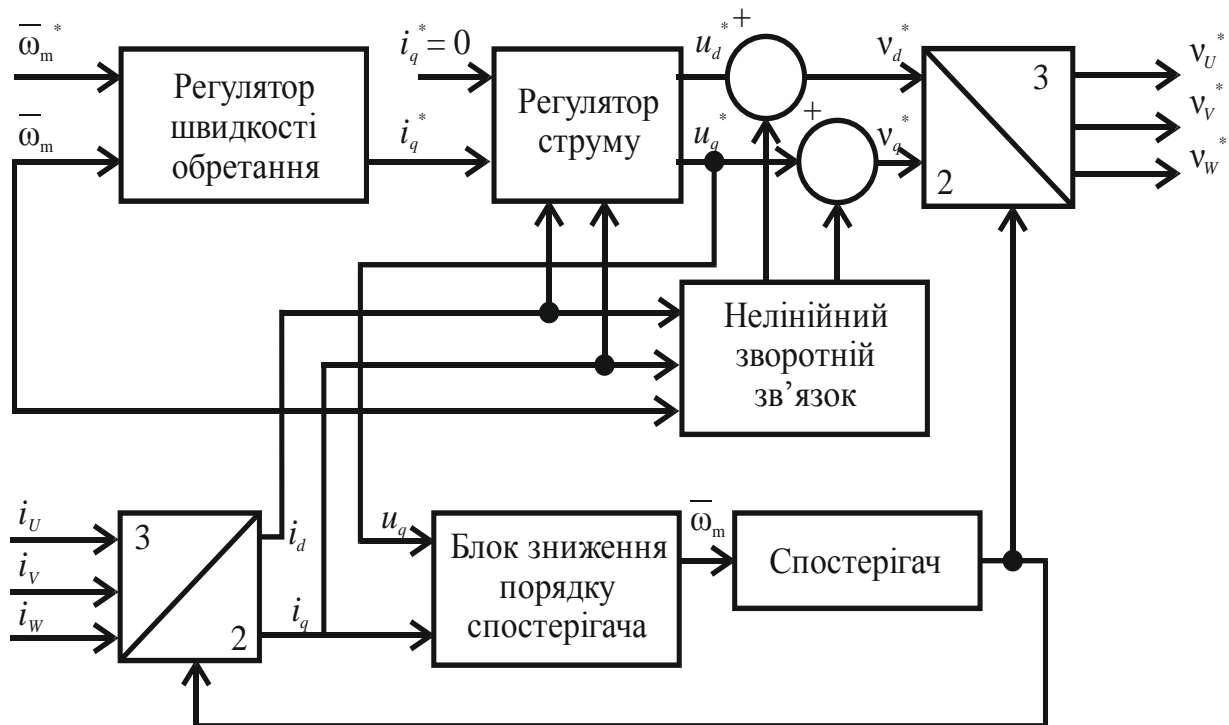


Рис.1 Мікропроцесорна САК з спостерігачем

Перспективність впровадження СДПМ полягає в тому, що вони поєднують в собі простоту конструкції двигуна змінного струму, а можливості керування кращі ніж у ДПТ.

Для створення САК з застосуванням СДПМ можуть бути використані транзисторні перетворювачі та спеціалізовані мікропроцесори, що розроблені для приводів змінного струму і масово випускаються промисловістю.

### Література

1. Цифровое регулирование без щётчного СДПМ с ПМ. Global digital control of brush less synchronous motor with permanent magnets. Baget R. Soureau P. IMACS Ann. Comput. And Appl. Math.1989.-6.№1-4
2. Коршунов А. Упрощенная математическая модель синхронного двигателя с возбуждением постоянными магнитами / А. Коршунов //Журнал «Силовая электроника» №2 – 2008. [Електроний ресурс]. Режим доступа:www.URL:http://www.power-e.ru/2008\_2\_48.php

## Система управління складними організаційно-технічними системами на основі когнітивно-ситуаційного підходу

**О.В. Савчук**

*Національний університет харчових технологій*

Одним з найбільш складних класів задач підтримки прийняття рішень є планування та оперативне управління складними організаційно-технічними системами. Для складних систем характерними є ряд особливостей, основні з яких: високі вимоги до якості і оперативності управління при наявності дефіциту часу на вироблення та прийняття керуючих рішень; множина факторів, що враховуються в процесі прийняття рішень, які складно або неможливо коректно формалізувати аналітично; неповнота, неточність, недостатня достовірність інформації, на основі якої виробляються рішення.

Зазначені особливості дозволяють обґрунтувати перспективність побудови систем підтримки прийняття рішень (СППР) на основі ситуаційного підходу, який дозволяє приймати рішення в реальному часі. При ситуаційному управлінні проблема вибору керуючих впливів зводиться до адекватної оцінки стану об'єкта і середовища (що ускладнюється при наявності факторів невизначеності), віднесенню відповідної поточної ситуації до одного з типових класів та вибору оптимального управління з певного набору альтернатив. Однак невизначеність знань про досліджувану систему, неповнота інформації, на основі якої приймаються рішення, а також практична неможливість її уточненні в силу дефіциту часу зумовлюють використання додаткових методологій. Враховуючі зазначені фактори, пропонується комплексне поєднання ситуаційного підходу та когнітивних технологій, які, як правило, засновані на моделях з нечіткою логікою.

На основі запропонованого когнітивно-ситуаційного підходу пропонується розробити СППР для планування та оперативного управління складною організаційно - технічною системою, що дозволить вирішувати такі завдання: скласти формалізований опис предметної області відповідно до моделі знань; формувати модель оцінки керуючих рішень; формувати сценарій управління.

### Література

1. Горелова Г. В. Структурный анализ когнитивных моделей сложных систем. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций / Г. В. Горелова, Е. Н. Захарова. — М. : ИПУ РАН, 2006. — 123 с.
2. Кузнецов О. П. Анализ влияния при управлении слабоструктурированными ситуациями на основе когнитивных карт / О. П. Кузнецов, А. А. Кулинич, А. В. Марковский // Человеческий фактор в управлении / под ред. Н. А. Абрамовой, К. С. Гинсберга, Д. А. Новикова. — М. : КомКнига, 2006. — С. 313—344.



## Автоматизація процесу очищення стічних вод від нафти з використанням магнітних фільтрів

А.П. Сафоник , І.М. Таргоній

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих  
технологій*

Для очищення забруднених нафтою стічних вод використовуються в основному три методи: відстій, фільтрування і флотація [1]. Перший метод заснований на гравітаційному розділенні твердих частинок механічних домішок, крапель нафти і води, який реалізують в горизонтальних апаратах або вертикальних резервуарах. Метод фільтрування заснований на проходженні забрудненої пластової води через гідрофобний фільтруючий шар (наприклад, гранули поліетилену), який вільно пропускає воду, а крапельки нафти і частинки механічних домішок «захоплюються». Метод флотації заснований на однойменному явищі, коли бульбашки повітря або газу, проходячи через шар забрудненої води знизу вгору, осідають на поверхні крапель нафти і сприяють їх спливу на поверхню.

У зарубіжній практиці для очищення вод, забруднених різними хімічними домішками, у тому числі і забруднених нафтопродуктами, поряд з перерахованими вище трьома методами також використовується магнітна сепарація в різних модифікаціях [2]. В процесі аналізу, нами було встановлено, що одним із основних недоліків багатьох очисних споруд є наявність малоефективних методів очистки. Очищення від нафтових забруднень може бути здійснена з використанням магнітних наночастинок, зокрема оксидів заліза [2]. У наночастинок оксидів заліза є ряд переваг перед наночастинками *Fe*, зокрема, у них спостерігається прояв суперпарамагнітних властивостей при кімнатній температурі. Ще одна позитивна властивість полягає в тому, що частинки оксидів заліза більш стабільні до окиснення в порівнянні із частками *Fe*, тому вони довго не міняють магнітних характеристик. Саме ці частинки виявляються в промислових рідинах, що видобувають із свердловин, і саме їх передбачається використовувати для очищення промислових вод від різних, у тому числі, нафтових забруднень [2]. Нафта, яка забруднює воду, фактично являє собою емульсію типу нафта у воді. Згідно з експериментальними дослідженнями [2] емульсійні оболонки відрізняються підвищеною адсорбуючою здатністю феромагнітних наночастинок. При цьому емульсійні краплі нафти здобувають магнітний момент у зовнішньому магнітному полі.

У роботі запропоновано покращений метод очистки стічних вод забруднених нафтопродуктами, шляхом використання відповідних магнітних фільтрів та наведено технологічну схему, яка визначає роботу очисної споруди.

Розроблена система працює наступним чином: забруднена вода надходить в пісколовку 1, у якій відокремлюються великі частинки, при цьому клапани 4 знаходяться в закритому стані. Далі забруднена вода подається у

змішувач 2, де відбувається завантаження з резервуара 11 супермагнітних частинок (для цього використовуємо наночастинки оксидів заліза:  $Fe_3O_4$  (магнетит) і  $\gamma-Fe_2O_3$  (маггеміт) [2]) і подальше змішування супермагнітних частинок з забрудненою водою. Далі вода подається на первинний або вторинний канал (в залежності від того який фільтр робочий), де відбувається затримання залізовмісних частинок. Після чого нафтові емульсії разом з супермагнітними частками по вторинному або первинному каналу поступають в резервуар 7, до тих пір поки резервуар 7 не буде заповнений, а 2 спустошений, клапани 5 відкриваються, 4 закриваються, відводиться частина очищеної води, а частина йде на регенерацію фільтра, що знаходиться на первинному чи вторинному каналі за допомогою насосів 8. Відпрацьована вода з захопленими нафтопродуктами відводиться через резервуар 10. В цей же час відбувається заповнення резервуара 2. Цикл повторюється.

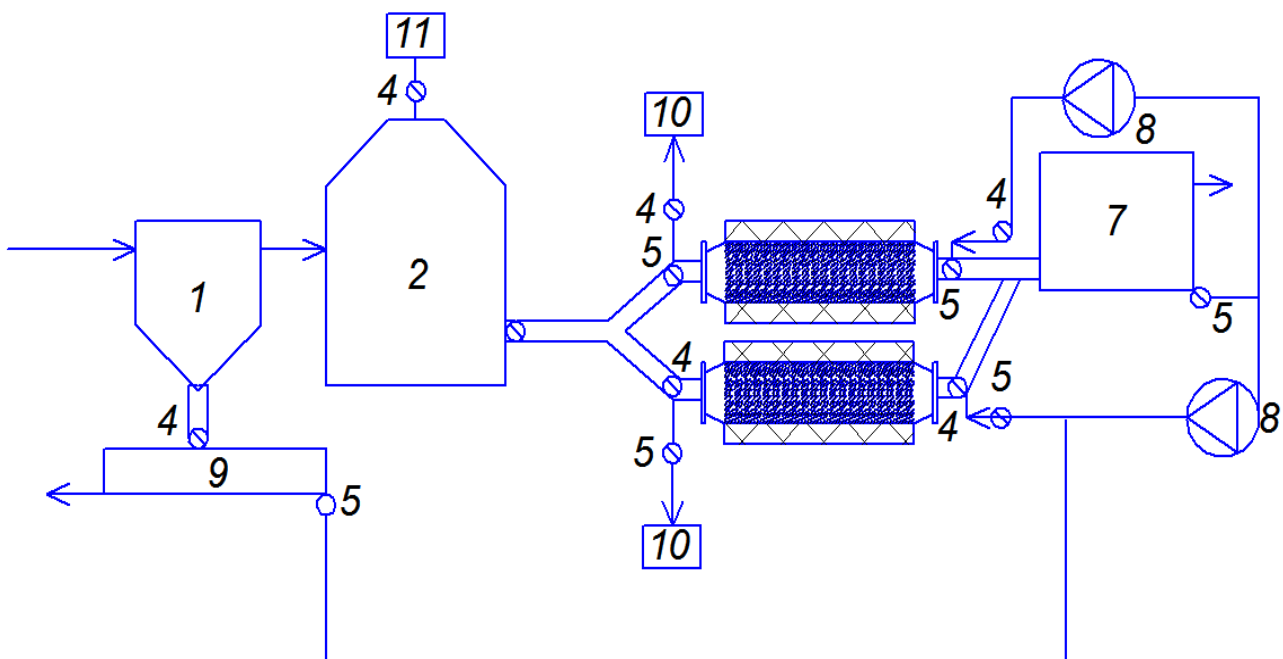


Рис. 1. Технологічна схема очистки нафтовмісних стічних вод

Запропоновано технологічну схему очищення промислових вод від нафтових забруднень із застосуванням супермагнітних наночастинок за допомогою магнітних фільтрів, що є можливим за рахунок почергової регенерації «забитих» магнітних фільтрів. У запропонованій технологічній схемі автоматизація процесу очищення для конкретних умов може бути досягнута шляхом підбору параметрів магнітного поля й концентрації супермагнітних наночастинок.

### Література

1. *Пронин С.* Промысловый сбор и подготовка нефти, газа и воды // Нефть, газ и фондовый рынок – <http://www.ngfr.ru/ngd.html>.
2. *Смирнов Ю.Г.*, Математическое моделирование процесса очистки сточных вод от нефти с использованием магнитных наночастиц / Ю.Г. Смирнов // Известия Коми научного центра УрО РАН. Выпуск 2(10). Сыктывкар, 2012. – С. 104-107.

## Групи теплових потоків в скловарній печі ванного типу

О.В. Ситніков

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

В скловарній промисловості використовуються печі різних типів. Для дослідження були обрана піч ванного типу. Основною задачею стоїть розділення потоків за групами. Це є необхідним для виведення рівняння відповідних теплових потоків.

На схемі, що приведена на рис. 1, показані всі можливі варіанти теплових потоків, де 1 – бокові стінки, 2 – дно, 3 – свод, 4 – скломаса, 5 – газовий простір [1].

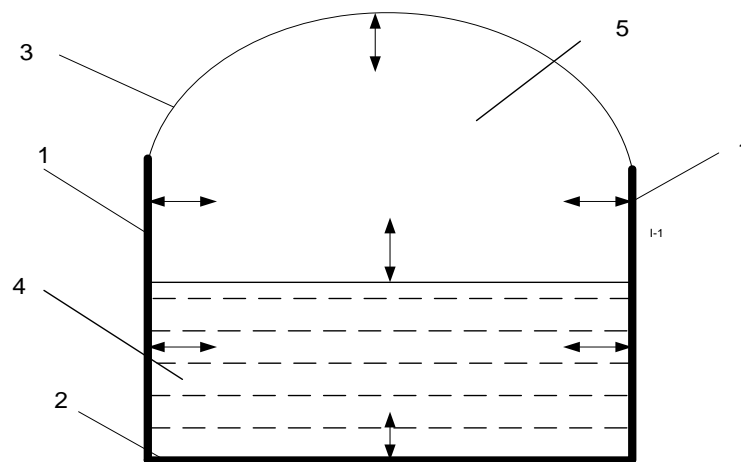
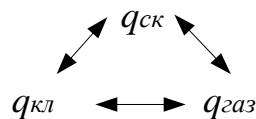


Рис. 1. Схема теплових потоків у скловарній печі ванного типу

Як видно зі схеми скломаса контактує з газовим середовищем, стінками і дном (надалі 1, 2 і 3 позначаються як кладка), газовий простір з скломасою та кладкою, кладка з скломасою та газовим простором. Кожна із складових має по два контакту з іншою, тобто теплові потоки скломаси ( $q_{ст}$ ), кладки ( $q_{кл}$ ) та газ ( $q_{газ}$ ) будуть взаємодіяти один з одним за схемою приведеною нижче:



Даний взаємозв'язок буде використаний при створенні системи рівнянь теплових потоків теплових потоків [2].

## Література

1. Винтовкин А.А. Горелочные устройства промышленных печей и топок / А.А. Винтовкин, М.Г. Ладыгичев – Москва: «Интермет Инжиниринг», 1999. – 560с.

2. Лыков А.В. Теория теплопроводности. / А.В. Лыков – Москва: «Высшая школа», 1967. – 600с.

## Управління складними технологічними комплексами в умовах невизначеності

Я.В. Смітюх

*Національний університет харчових технологій*

Складні технологічні комплекси харчової промисловості мають складні фізико-хімічні властивості переходів основних фаз і характеризуються високим ступенем невизначеності. Такі властивості проявляються в складному взаємозв'язку управляючих та вихідних змінних. Підтримка необхідних режимів роботи потребує врахування узгодженості управління регулюємими змінними, оскільки зміна однієї вхідної змінної в більшості випадків приводить до зміни всіх або декількох вихідних змінних. Така властивість відносить такі об'єкти до класу багатозв'язних об'єктів управління [1].

При управлінні такими об'єктами основними типами невизначеностей є:

- стратегічні – в такій задачі приймає участь декілька сторін прийняття рішень, що в свою чергу мають різні цілі, кожна сторона приймає рішення в умовах коли дії учасників невідомі;
- концептуальні невизначеності – фактори, що є невизначеними для рішень з довгостроковими наслідками та з урахуванням нечітких уявлень про власні цілі інших учасників. При цьому може виникати конфліктна ситуація для аналізу може бути використана теорія ігор та мінімакса (максиміна) [2].

Для вирішення такої задачі пропонується розробка інтелектуальних алгоритмів управління з урахуванням розгляду можливих стратегій поведінки об'єкта в умовах неповної інформації та з урахуванням вищеописаних невизначеностей які можуть виникати в процесі функціонування об'єкта та управління в режимі оперативного прийняття рішень.

Основним механізмом формування таких алгоритмів є механізм нечіткої логіки на основі якого створюється база знань [3].

Таким чином це дозволяє вирішити актуальну задачу автоматизації та перейти на новий якісний рівень управління складними технологічними комплексами харчової галузі.

### Література

1. *Стабников В.Н.* Ректификация в пищевой промышленности. Теория процесса, машины, интенсификация / В.Н. Стабников, А.П. Николаев, М.Л. Мандельштейн. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.- 232 с.
2. *Ладанюк А.П.* Системний аналіз складних систем управління / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2013. – 275 с.
2. *Ротштейн А.П.* Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети / А.П. Ротштейн. – Винница.: Универсум - Винница, 1999. – 320 с.

**Автоматизированное управление латентными рисками****И.И. Становская, Е.В. Березовская, А.В. Шмараев***Одесский национальный политехнический университет*

Риски могут возникать в любой области человеческой деятельности. В управлении проектами, в частности, преодоление последствий рискованных событий зачастую превращается в балансирование между объемом работ, ресурсами (такими, как деньги, труд, материалы, энергия, пространство и др.), временем и качеством. Ключевым фактором успеха проектного управления является минимизация рисков и отклонений от четкого заранее определенного плана. Профилактика в условиях внутренних по отношению к проекту и внешних нежелательных изменений позволит обеспечить эффективные управленческие решения в общей схеме управления рисками проекта [1].

Цели управления рисками проекта – повышение вероятности возникновения и воздействия благоприятных событий и снижение вероятности возникновения и воздействия неблагоприятных для проекта событий и, обычно, включают процедуру идентификации рисков – определение рисков, способных повлиять на проект, и документирование их характеристик.

На этом этапе на основе известных факторов внешней среды предприятия, активов организационного процесса, описания содержания проекта, а также планов управления проектом и рисками проекта создается реестр рисков, который корректируется при последующем количественном и качественном анализе последних [2].

В итоге, задача идентификации рисков становится, по существу, задачей классификации, поскольку является задачей отнесения заданного набора признаков к тому или иному виду риска [1]. При этом формируется закрытый список известных рисков, которые создают, пока не произошли, некоторую рисковую ситуацию. Рисковая ситуация в управлении проектами развивается во времени, поэтому можно говорить о её ЖЦ, начало которого совпадает с началом проекта, а окончание, – или с окончанием проекта, или с временем наступления рискованного события.

Численная оценка рискованной ситуации может быть выполнена по значениям рискованных параметров – параметров «подозрительных» на увеличение вероятности возникновения того или иного рискованного события. Схема ЖЦ рискованной ситуации для каждого из рисков, входящих в плановый реестр, приведена на рис. 1. Задача управления проектами в этом случае: сдвинуть границу  $\tau_{не}$  влево (по рисунку), а границу  $\tau_{ер}$  – вправо.

Если множество известных видов рисков управления проектом конечно и полностью описано, задача классификации таких рисков выглядит тривиальной. Но, к сожалению, проектная деятельность подвержена не только известным рискам, но и неизвестным, не входящим в реестр, но не становящихся от этого менее опасными для достижения целей проекта. Т.е. у лица, занимающегося идентификацией, нет уверенности в том, что причиной

проблем в управлении проектом не является какой-нибудь новый, не описанный ранее риск, класс которого еще необходимо создать.

С точки зрения управления затратами на компенсацию рисков событий можно утверждать, что если рисковое событие до окончания срока проекта так и не наступит (при этом *вероятность наступления рисков ситуации*  $p$  всегда будет меньше единицы), то затраты на его компенсацию будут равны нулю. Это и является, по сути, задачей профилактики. Вероятность фактического риска, оставаясь полностью или частично скрытой от наблюдателя, не совпадает с плановой, – более того, она может существенно изменяться в обе стороны на протяжении латентного периода ее ЖЦ. Что касается неизвестных рисков, то они по определению всегда неожиданны, а значит ожидаемая вероятность до того, как этот риск реализуется, равна нулю (рис. 1).

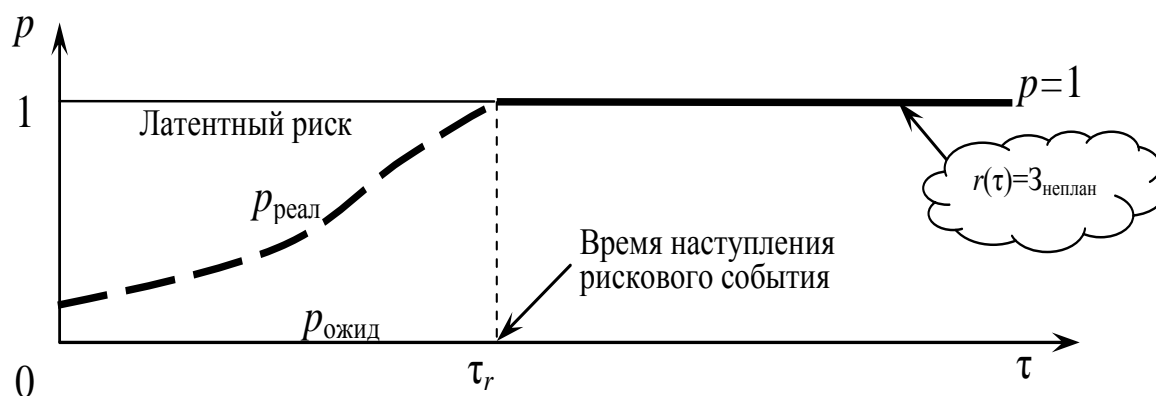


Рис. 1. Схема жизненного цикла вероятности неизвестного проектного риска

Большие резервы в решении этой проблемы скрываются на пути использования для профилактики и борьбы с латентными рисками современных информационных технологий, т.к. дополнительная информация о проекте создает новые возможности для автоматического выявления и диагностики, а также для устранения причин латентных рисков. Разработка системы профилактических мероприятий позволит обеспечить более глубокий анализ латентной ситуации при неизменных контролируемых параметрах и ненаступивших рисков событий и решать задачи раскрытия латентности событий в сложных технических системах в виде автоматизированной информационной системы выявления, диагностики и компенсации латентных нарушений в работе сложных объектов [1, 2].

### Литература

1. Гогунский В. Д. Управление комплексными рисками программы сопровождения систем аварийной защиты объектов ответственного назначения / В.Д. Гогунский, Т.В. Бирик, И.И. Становская // Збірник наукових праць національного університету кораблебудування. – 2012. – № 2. – С. 104 – 108.

2. Гогунский В. Д. Управление комплексными рисками проекта сопровождения систем аварийной защиты объектов ответственного назначения / В. Д. Гогунский, Т. В. Бирик, И. И. Становская // Вестник Национального университета кораблестроения. – 2012. – № 2. – С. 104 – 108.

## Використання методу UNIQUAC для обчислення коефіцієнтів активності спиртової суміші при побудові імітаційної моделі брагоректифікаційної установки

Д.О. Стеценко, Я.В.Смітюх

*Національний університет харчових технологій*

Спиртові суміші є складними, неідеальними системами, тому головною проблемою при розрахунках рівноважних складів пари і рідини, в таких сумішах, є визначення коефіцієнта активності, що входить в рівняння рівноваги.

В даний час для обчислення коефіцієнтів активності використовуються дві групи методів: Рівняння Вільсона, NRLT, UNIQUAC та інші [1] - це методи "локальних" складів. Дані методи володіють достатньою надійністю і можуть точно описувати навіть сильно неідеальні суміші. Для їх використання необхідно знання експериментальних даних по параметрам бінарної взаємодії компонентів, що складають багатокомпонентну суміш. Для спиртових сумішей такі данні часто відсутні. В цьому випадку використовуються данні прогнозування, отримані за допомогою методу UNIFAC [3]. Метод UNIFAC і ASOG відносяться до другої групи методів - методів групових складових.

Модель UNIQUAC математично більш складна, ніж NRLT, проте вона має низку переваг: 1) включає тільки два параметра настройки; 2) параметри UNIQUAC менш залежні від температури, оскільки модель має більш глибоке теоретичне обґрунтування; 3) модель використовується для розчинів, які можуть містити як малі, так і великі молекули, оскільки первинною складовою змінною в цій моделі служить поверхнева частка (а не молярна). Рівняння UNIQUAC може застосовуватися для широкого діапазону сумішей, що містять воду, спирти, нітрили, аміни, складні ефіри, кетони, альдегіди, галогенозаміщені вуглеводні і просто вуглеводні складові.

У зв'язку з тим, що метод UNIQUAC дозволяє досить точно описувати парорідинну рівновагу в спиртових сумішах, він прийнятий в даній роботі для моделювання процесів поділу спиртових сумішей(1).

Для багатокомпонентної суміші справедливі наступні рівняння UNIQUAC(2).

$$\ln \gamma_{i\_comb} = \ln \frac{\Phi_i}{x_i} + \frac{z}{2} q_i \ln \left( \frac{\theta_i}{\Phi_i} \right) + l_i - \frac{\Phi_i}{x_i} \sum_j x_j l_j, \quad (1)$$

$$\ln \gamma_{i\_res} = q_i \left[ 1 - \ln \left( \sum_{j=1}^n \theta_j \tau_{j,i} \right) - \frac{\sum_{j=1}^n Q_j i_j}{\sum_{k=1}^n Q_k \tau_{k,j}} \right] \quad (2)$$

де:

$l_i = \frac{z}{2} r_i - q_i - r_i - 1$  - фактор об'ємності молекули,

$\Phi_i = \frac{r_i x_i}{\sum_j r_j x_j}$  - об'ємна доля молекули  $i$ ,

$\theta_i = \frac{q_i x_i}{\sum_j q_j x_j}$  - поверхнева частка молекули  $i$ ,

$r_i = \sum_k V_k^i R_k$  - вандерваальсовий об'єм молекули  $i$ ,

$q_i = \sum_k V_k^i Q_k$  - вандерваальсова поверхня молекули  $i$ ,

де  $R_k$  і  $Q_k$  - групові параметри об'єму.

При розрахунку рівноваги необхідно мати рівняння залежності тиску чистих компонентів від температури. Широко відомі рівняння Антуана і Міллера [1]. Нині набуло застосування рівняння залежності тиску насиченої пари від температури з великою кількістю параметрів:

$$\ln P_i^s = a + \frac{b}{c+T} + d \times \ln(T) + e \times T^f ; \quad (3)$$

де  $a, b, c, d, e, f$  - емпіричні константи,  $T$  - температура, К.

Розроблена модель (3) має дві зони дослідження, в основу цієї моделі закладено припущення про те, що молекула компонента володіє двома різними за енергетичної активності зонами: зоною більш сильної взаємодії і зоною слабкої енергетичної взаємодії [2]. Опис фазової рівноваги проводиться адекватно, проте модель на даному етапі розробки має складні розрахунки.

Для отримання результатів числового експерименту використовується інструментальний засіб моделювання Matlab, що дозволяє залучити необхідні алгоритми та методи які є вбудовані в систему.

Таким чином вирішення даної задачі дозволить отримати коректні результати при дослідженні функціонування браго ректифікаційних установок спиртових виробництв.

### Література

1. Устюжанинова Т.А. Моделирование равновесия спиртовых смесей с использованием двухзонной модели UNIQUAC // Т.А. Устюжанинова, Т.Г. Короткова, Е.Н. Константинов // Известия вузов. Пищевая технология, 2004.- № 5-6.-С. 126-127.
2. Стабников В.Н. Ректификация в пищевой промышленности / В.Н.Стабников, А.П.Николаев, М.Л.Мандельштейн.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982.- 232 с.
3. Пупена О.М. Використання модифікованого методу UNIFAC для розрахунку паро-рідинної рівноваги при моделюванні процесів ректифікації у виробництві харчового етилового спирту / О.М. Пупена // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2007, – №22. – С.61–63.



## Сонячний будинок та розрахунок сонячної установки

**І.В. Струнін, Б.М. Гончаренко**

*Національний університет харчових технологій*

Під сонячними будинками зазвичай розуміють ті, де є комбінація сонячного теплопостачання, фотоелектрики, пасивного нагрівання й природного освітлення. Цей підхід можна використати в усіх типах споруд і в будь-яких кліматичних умовах.

Економічність сонячних будинків важко підрахувати. Однією з причин є те, що якщо врахування всіх необхідних витрат робить економічно сонячний будинок непривабливим. З іншого боку при врахуванні цього підходу на початковій стадії проектування мінімізує додаткові витрати.

Сонячна системи будинку складається з колекторів, насосного блоку, розширювального баку, регулятора, баку-акумулятора та іншого устаткування для забезпечення безперебійної роботи в будь-який час та пору року. При цьому для роботи колектора зовсім не потрібне яскраве сонце, він може нагрівати теплоносії і взимку, і в хмарну погоду. Нагріта вода використовується як для опалювання, так і для гарячого водопостачання, а також за потреби і для підігріву води. У середньому в літню пору один квадратний метр теплового колектора дозволяє нагріти об'єм води в  $V=50$  літрів до  $55^{\circ}\text{C}$  при її вихідній температурі  $10-15^{\circ}\text{C}$ . Хоча в зимовий час кількість нагрітої води знижується, проте, у сонячні зимові дні використання теплових колекторів також економічно доцільно, тому що, навіть у цьому випадку з одного квадратного метра освітленої поверхні можна щодня одержувати 5-10 літрів води, нагрітої до  $55^{\circ}\text{C}$ . При встановленні сонячні колектори можуть бути суміщеними з існуючою конструкцією даху, стіни тощо. Проектування сонячного будинку підпорядковане принципу максимального раціонального отримання сонячної енергії та ефективної її акумуляції.

Площа сучасного колектора складає  $2,5 \text{ м}^2$ , вага від 30 до 60 кг. Звичайно колектор встановлюють на даху будинку, під кутом  $40-50$  градусів, або вмонтовують у дах, де він одночасно служить як і покриття. Найкраще місце для установки - південні схили даху. Матеріал і конструкція даху будинку не мають ніякого значення.

Колекторний контур виконується з міді або чорної сталі, є ізольованим, діаметр якого визначається на основі його довжини і кількості колекторів. Він заповнюється спеціальною незамерзаючою рідиною, яку не треба зливати при низьких температурах і яка завжди знаходиться в постійній готовності до роботи. Рідина-теплоносії, а це – «співдружність води й антифризу», прямує в бак-акумулятор гідравлічно сполучений з сонячним колектором. Бак (геліобойлер) приймає тепло і нагріває воду. За день вода з бака може кілька разів проходити через колектор, нагріваючись до розрахункового рівня температури, залежного від співвідношення між об'ємом бака і площею сонячного колектора, а також від кліматичних умов. Одним із важливих

елементів сонячної системи є розширювальний бачок, що компенсує об'ємні зміни у баку-акумуляторі, які виникають при змінюванні температури теплоносія.

Циркуляція води в замкнутому контурі «сонячний колектор – бак – сонячний колектор» може здійснюватися примусово за допомогою невеликого циркуляційного насоса або природним чином за рахунок різниці гідростатичного тиску в стовпах холодної і нагрітої води. Інший замкнутий цикл: «бак – опалювальні радіатори – система гарячого водопостачання – бак». Робота насосного блоку регулюється регулятором за температурою в колекторі і баку-акумуляторі. Слід зазначити, що сонячні нагрівальні системи легко поєднуються з будь-якими іншими системами опалювання (електричним чи газовим котлом) і дозволяють істотним чином економити енергоресурси.

### 1. Розрахунок сонячної установки.

Візьмемо за взірць такі дані:

- 1) Задана температура гарячої води  $t_{\text{вих}}=45^{\circ}\text{C}$ ;
- 2) Вхідна температура води  $t_{\text{вх}}=10^{\circ}\text{C}$ ;
- 3) Питома теплоємність води  $C= 1,16 \cdot 10^{-3} \text{кВт}\cdot\text{год}/\text{кг}\cdot\text{К}$ .

Визначаємо витрату теплоти за формулою (1), кВт·год/день:

$$Q_{ГВ} = m \cdot C \cdot (t_{\text{вих}} - t_{\text{вх}}), \quad (1)$$

де денна витрата води:  $m$  = об'єм необхідний об'єкту за день (л/день).

Припустимо, що об'єкту необхідно 2000 л/день, тоді

$$Q_{ГВ} = 2000 \cdot 1,16 \cdot 10^{-3} \cdot (45 - 10) = 81,2 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{день}$$

### 2. Площу абсорбера визначаємо за формулою (2), м<sup>2</sup>:

$$A = \frac{Q_{ГВ}}{P_s \cdot \eta}, \quad (2)$$

де  $P_s$  – середнє значення доступної сонячної енергії;

$\eta = 0,5$  – середній ККД сонячної установки.

- для літнього періоду:  $P_s=3,5 \text{ кВт}/\text{год}/\text{м}^2/\text{день}$

$$A = \frac{81,2}{3,5 \cdot 0,5} = 46,4 \text{ м}^2$$

Отримана площа – це робоча поверхня абсорберів. Робоча площа одного абсорбера = 1,76 м<sup>2</sup>. Отже, нам потрібно 27 колекторів на літній період.

- для зимового періоду:  $P_s=2,5 \text{ кВт}/\text{год}/\text{м}^2/\text{день}$

$$A = \frac{81,2}{2,5 \cdot 0,5} = 64,96 \text{ м}^2$$

Для зимового періоду потрібно 37 колекторів.

### Література

1. Каплун В.В. Надійнісно-вартісний аналіз комбінованих автономних систем електроживлення з поновлюваними джерелами енергії / В. В. Каплун, В. Козирський // Матеріали ІХ міжнародної конференції «Відновлювана енергетика ХХІ століття», Крим. - 2008. - С. 58-62.

2. Возобновляемые источники энергии в Украине – Режим доступа: [www.URL:http://recentre.com/obzor-rinka](http://recentre.com/obzor-rinka)

## Особливості автоматизованого управління технологічними об'єктами із суттєвим запізнюванням

Д.М. Сюмаченко

*Національний університет харчових технологій*

Складні технологічні об'єкти завжди мають запізнювання за каналами управління та збурення. В більшості випадків запізнювання є шкідливим, а для багатьох об'єктів та систем визначається критичне запізнення  $\tau_{zn}^{kp}$ , що приводить до зменшення запасу стійкості та втрати стійкості.

Транспортне запізнювання має місце, наприклад, при транспортуванні речовини або енергії з визначеною швидкістю без зміни їх характеристик і властивостей. В процесах, пов'язаних з передачею електричних, гідравлічних сигналів на довгі відстані, та теплових процесах спостерігається ємкісне запізнювання. Таке запізнювання призводить до спотворення переданих сигналів [1].

Проаналізовано якість керування різними регуляторами для об'єктів, які відносяться до статичних і астатичних, а також запізнення транспортного (чистого) та ємкісного (перехідного). Існуючі методи усунення впливу шкідливого запізнювання зводяться до використання спеціальних регуляторів Сміта, Ресвіка. Причому, регулятор Ресвіка має обмеження на фізичну реалізуємість. Використовуються також каскадні системи.

Останнім часом зменшення впливу запізнювання здійснюється за рахунок багатомірних і багатопараметричних регуляторів. Багатопараметричні регулятори містять диференціальні складові з похідними другого і третього порядків. Отримані ПІДД<sup>2</sup> та ПІДД<sup>2</sup>Д<sup>3</sup> регулятори мають більшу чутливість, яка зростає зі збільшенням порядку похідної. Разом з тим, зменшується запас стійкості при зміні динамічних характеристик об'єкта регулювання [2].

Запропонована в роботі [3] структура з нейромережовим оптимізатором дозволяє забезпечити стабільну роботу нейронної мережі та її навчання в режимі реального часу. При зміні параметрів об'єкта нейронна мережа здатна за час перехідного процесу переналаштувати параметри ПІД-регулятора і забезпечити необхідну якість перехідного процесу.

### Література

1. *Гурецкий, Х.* Анализ и синтез систем управления с запаздыванием / Х. Гурецкий. – М.: Машиностроение, 1974. – 328 с.
2. *Смирнов Н.И.* Робастные многопараметрические регуляторы для объектов с транспортным запаздыванием / Смирнов Н.И., Сабанин В.Р., Репин А.И. // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2006. – №7. – С. 31-36.
3. *Еременко Ю.И.* Об условиях применения ПИД-нейрорегулятора для управления объектами, описываемыми апериодическим звеном второго порядка с запаздыванием / Еременко Ю.И., Полещенко Д.А., Глуценко А.И. // Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика. – 2013. – №6. – С. 39-45.

## Засіб для дискретного задання малих витрат газів

З.М. Теплюх, І.В. Ділай, О.З. Парнета, І.-Р.А. Пивовар

Національний університет "Львівська політехніка"

Сучасні технології, зокрема і харчові, потребують якісних методів вимірювання і задання витрати газових потоків. Найчастіше малі витрати газу вимірюють ротаметром і задають голковим вентилям з похибкою щонайменше 3 %, що часто недопустимо. Застосування термоанемометричних перетворювачів витрати газу також не розв'язує задачі, оскільки внаслідок нестабільності їх характеристик похибка вимірювання є на рівні 3...5 % [1]. Розроблений нами задавач малих витрат вуглекислого газу забезпечує суттєво меншу похибку. Він побудований на основі дозуючих скляних капілярних трубок з різними, але точно заданими значеннями газодинамічного опору, а потрібна витрата встановлюється комбінацією їх ввімкнення. Витрата дозованого газу  $Q_{завд}$  може бути завдана у трьох діапазонах (0,1...1; 1...10; 10...100 л/год) з дискретністю у цих діапазонах відповідно (0,1; 1; 10 л/год).

Схема задавача (див. рис. 1) містить два основних вузли – дозуючих капілярів і стабілізації тисків, газові потоки яких є розмежованими, що забезпечує незалежність тисків на вході  $P_{вх}$  і на виході  $P_{вих}$  від витрати  $Q_{завд}$  на виході засобу.

Вузол стабілізації тисків працює на повітрі, він побудований на основі подільника тиску з капілярами  $КП_1, КП_2, КП_3$  і представляє собою систему послідовно з'єднаних елементів: вентиль входу  $Д_2$ ; теплообмінник  $Т_2$ ; стабілізатор  $С_1$  абсолютного тиску  $P_3$  (або перепаду тисків  $P_3 - P_0$ ); згаданий подільник тиску і стабілізатор  $С_0$  абсолютного тиску  $P_0$ .

Вузол дозуючих капілярів призначений для формування потрібної витрати вуглекислого газу і представляє собою систему послідовно з'єднаних елементів: вентиль входу  $Д_1$ ; теплообмінник  $Т_1$ ; повторювач тиску  $П_1$ ; подільник потоку газу, в кожній гілці якого (подільника) встановлені послідовно з'єднані капіляр  $К_i$  і клапан  $Кл_i$ ; повторювач тиску  $П_0$ . Дозуючі капіляри виконані з точно підібраним співвідношенням провідностей 1:2:2:2:3 і тому  $Q_{завд}$  визначається вибіркою капілярів  $К_i$  ( $i=1; \dots; 5$ ), яка встановлюється клапанами  $Кл_i$ . Тиск  $P_{вх}$  повторює один з міжросельних тисків подільника  $КП_1 - КП_2 - КП_3$  залежно від того, який клапан  $Кл_{пj}$  ( $j=1; 2; 3$ ) є відкритий. Завдяки такій побудові вузла дозуючих капілярів у кожному діапазоні завдання можна встановити десять різних витрат, при цьому діапазон визначається тиском  $P_{вх}$ , величина якого задається від вузла стабілізації тисків за допомогою клапанів  $Кл_{пj}$ . Так, наприклад для встановлення витрати  $Q_{завд} = 7$  л/год треба відкрити клапани  $Кл_{п2}$  і  $Кл_1, Кл_2, Кл_3, Кл_4$  (або  $Кл_2, Кл_3, Кл_5$ , або іншу комбінацію  $Кл_i$ , таку щоби сумарна провідність складала 7).

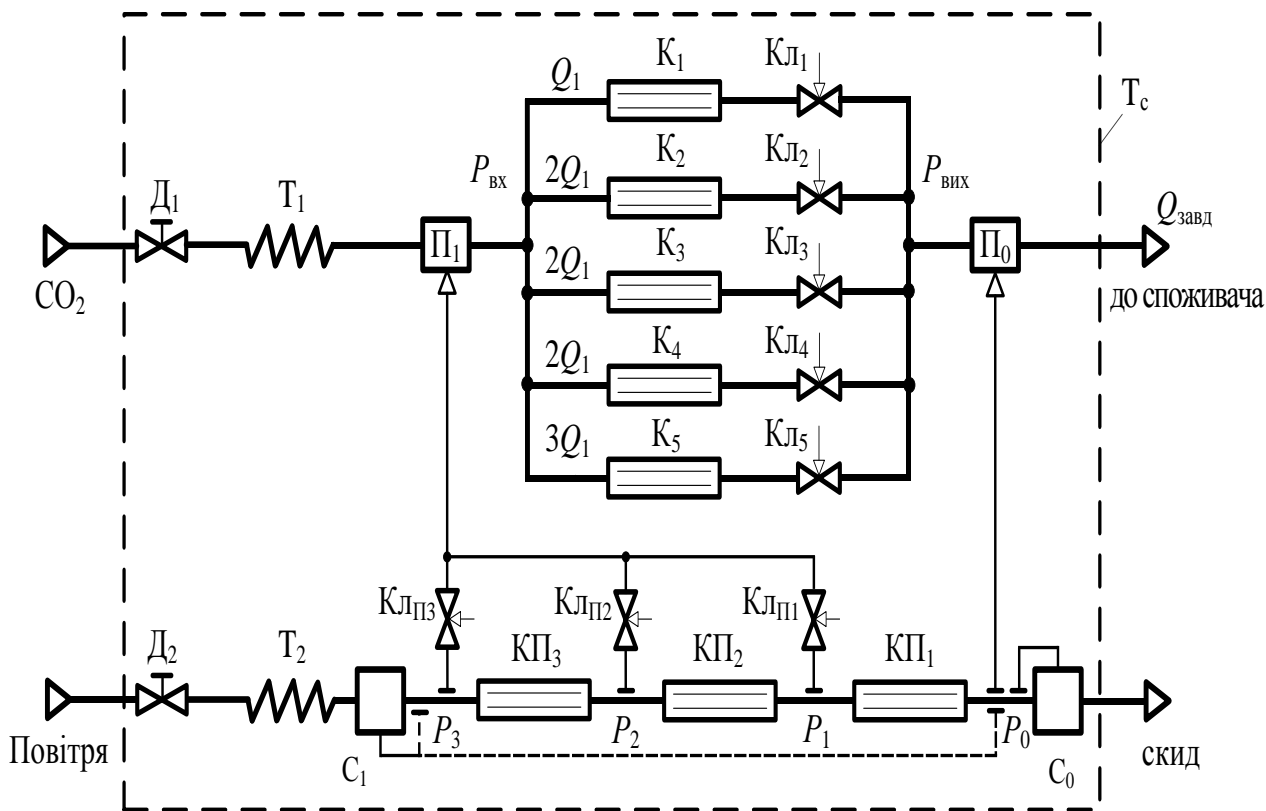


Рис. 1. Принципова схема багатодіапазонного задавача витрати

Усі елементи задавача поміщені в термостат  $T_c$ .

Роботою елементів пристрою керує мікропроцесор, основними функціями якого є: виведення пристрою на робочий (температурний) режим; опитування давачів температури і тиску; формування заданого значення витрати включенням відповідних клапанів.

Підбір усіх капілярів задавача здійснюється за допомогою розроблених нами пристроїв для підбору дроселів з рівними і кратними газодинамічними опорами (провідностями) [2], а також плівкового витратоміра.

Запропонований задавач малих витрат вуглекислого газу має високі метрологічні та експлуатаційні властивості (відносна похибка задання витрати не перевищує 0,3 %, а відтворюваність - 0,05 %). Принципи, використані при побудові цього задавача можуть бути використані для розроблення задавачів малих витрат інших газів, з іншими діапазонами витрат, такі засоби можуть бути застосовані для метрологічного забезпечення витратомірів та лічильників різних газів.

### Література

1. *Теплюх З.Н.* Датчик расхода газа-носителя в хроматографе / З.Н. Теплюх, И.В. Дилай // Датчики и системы. – 2012. – № 2. – С.41-44.
2. *Теплюх З.* Пристрої для встановлення рівності опору дроселів синтезатора газових сумішей / З. Теплюх, Є. Пістун, І. Ділай // Вимірювальна техніка та метрологія. Міжвідомчий наук.-техн. збірник. Вип. 59. – 2002, с.178-182.

## Дослідження змін температури газу в автоматизованих комерційних системах обліку з роторними лічильниками

**Р.М. Федоришин, В.Р. Мот, М.В. Чура**

*Національний університет “Львівська політехніка”*

Вимірювання витрати та кількості природного газу може бути здійснене за допомогою різних методів. Одним із найпоширеніших методів у промислових умовах є застосування роторних лічильників у комплекті з вимірювальними перетворювачами температури і тиску газу та мікропроцесорним коректором для автоматичного приведення виміряного значення об'єму газу до стандартних умов.

Роторні лічильники часто працюють в умовах, коли температура потоку газу відрізняється від температури навколишнього повітря. Наявність цієї різниці температур приводить до виникнення теплообмінних процесів у системі обліку, які, у свою чергу, приводять до виникнення додаткових систематичних похибок вимірювання температури газу та відповідних похибок вимірювання об'єму [1].

На основі експериментальних даних було розроблено математичну модель зміни температури газу при протіканні через роторний лічильник [2]. При виведенні моделі роторний лічильник розглядався як теплообмінний об'єкт, на вході якого температура газу  $T_1$ , а на виході  $T_2$ . В основу моделі було покладено рівняння Шухова. Ця модель описується таким рівнянням:

$$\Delta T_{ЛГ} = (T_1 - T_{нов}) \cdot \left( 1 - e^{\frac{-K \cdot L}{q_{m,газ} \cdot c_{p,газ}}} \right), \quad (1)$$

де  $\Delta T_{ЛГ}$  – різниця температур газу на вході та на виході лічильника ( $T_1 - T_2$ );  $T_{нов}$  – температура навколишнього повітря;  $K$  – коефіцієнт теплопередачі від потоку газу до навколишнього повітря;  $L$  – відстань між перерізами трубопроводу, де визначаються температури  $T_1$  та  $T_2$ ;  $q_{m,газ}$  – масова витрата газу в трубопроводі;  $c_{p,газ}$  – теплоємність газу за робочих умов.

Основним параметром, який потрібно визначити для розрахунку  $\Delta T_{ЛГ}$  є коефіцієнт теплопередачі від потоку газу до навколишнього повітря через стінку трубопроводу ( $K$ ). Тут є можливі такі два підходи:

1). Розрахувати  $K$  для лічильника газу із застосуванням критеріальних рівнянь для усіх відомих видів конвективного теплообміну між потоком газу і поверхнею, а після цього вибрати таке рівняння, яке дає результат розрахунку  $\Delta T_{ЛГ}$  найближчий до експериментального значення.

2). Розрахувати  $K$  для конвективного теплообміну при протіканні газу прямолінійною ділянкою трубопроводу, після чого визначити таке значення довжини трубопроводу ( $L$ ) у формулі (1), яке б давало значення  $\Delta T_{ЛГ}$  рівне експериментальному значенню різниці температур газу на вході та на виході лічильника.

На основі попередньо виконаних розрахунків та аналізу, було встановлено, що для першого варіанту розрахунку  $K$  найкращий результат дає

рівняння, яке описує тепловіддачу під час поздовжнього обтікання пучка гладких труб. Проте у цьому способі є ряд недоліків, найголовніший з яких полягає у складності вибору параметрів пучка труб (конструктивні розміри, кількість труб) для виконання розрахунку. Тому пропонується виконувати розрахунок  $K$  згідно другого способу.

У другому способі розрахунку ми ніби замінюємо роторний лічильник на прямолінійну ділянку трубопроводу, на якій відбувається еквівалентна зміна температури газу, як при протіканні через роторний лічильник. При цьому коефіцієнт теплопередачі  $K$  розраховується на основі критеріальних рівнянь, наведених у [3], для конвективного теплообміну при протіканні газу довгою прямолінійною ділянкою трубопроводу. Тепер постає завдання визначення довжини трубопроводу ( $L$ ), яку слід підставляти у (1) при розрахунку  $\Delta T_{\text{ЛГ}}$ .

Для розрахунку довжини  $L$  (назвемо її еквівалентною довжиною трубопроводу) розроблено кореляційну залежність між  $L$  та  $K$  на основі експериментальних даних. А саме, для експериментальних значень  $\Delta T_{\text{ЛГ}}$  [2] було розраховано еквівалентну довжину трубопроводу ( $L$ ) за формулою, отриманою на основі рівняння (1), після чого отримані значення  $L$  та  $K$  (див. Табл. I) були апроксимовані такою аналітичною залежністю:

$$L = 86,9696 \cdot K^2 - 20,7417 \cdot K + 16,7893. \quad (2)$$

Табл. I

Результати розрахунку  $L$  та  $K$  для експериментальних значень  $\Delta T_{\text{ЛГ}}$

$\Delta T_{\text{ЛГ}}, \text{ }^\circ\text{C}$	1,34	0,59	-1,53
$K, \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$	0,5603	1,0808	1,1888
$L/D$	32,4706	95,9633	115,0409

Отже, у результаті виконаних досліджень розроблено математичну модель зміни температури газу при протіканні через роторний лічильник, яка враховує параметри потоку газу та конструктивні характеристики системи обліку, що дає можливість визначати вплив місця встановлення термоперетворювача (до, чи після лічильника) на вимірне значення температури потоку газу і, як наслідок, на вимірне значення об'єму газу.

### Література

1. Пістун Є. Вплив теплообмінних процесів на точність вимірювання об'єму природного газу / Є. Пістун, Ф. Матіко, Р. Федоришин // Наук-виробн. журн. "Метрологія та прилади" Харківського нац. унів. радіоелектроніки. - № 4(24), 2010. - С. 13-19.

2. Федоришин Р. М. Теплообмін між потоком газу та корпусом роторного лічильника в автоматизованій системі комерційного обліку природного газу / Р. М. Федоришин, М. В. Чура, В. Р. Мот // Матеріали Міжнародної науково-практ. інтернет-конференції молодих учених та студентів «Актуальні проблеми автоматизації та управління». Наукове електронне видання. Випуск № 2, 2014 р. – С. 37-42.

3. Лабай В. Й. Тепломасообмін: Підручник для ВНЗ / В. Й. Лабай – Львів: Тріада Плюс, 2004. – 260 с.

**Дослідження ефективності задачі складання розкладу виконання робіт на одному приладі з метою мінімізації сумарного випередження при максимальному пізньому моменту запуску виконання робіт в допустимому розкладі**

**О.А. Халус, Д.В. Антик**

*Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут"*

Постановка задачі. Задано множину незалежних робіт  $J$ , кожна з яких складається з однієї операції. Для кожної роботи  $j \in J$  відомі тривалість виконання  $p_j$  та директивний термін виконання  $d_j$ . Передбачається, що всі роботи множини  $J$  надходять одночасно, процес обслуговування кожної роботи протікає без переривань до завершення обслуговування роботи.

Необхідно статистично порівняти сумарне випередження відносно директивних термінів множини робіт відсортованої за неспаданням директивних термінів з максимальним моментом запуску  $r_{\max}$  з сумарним випередженням цієї ж множини робіт, відсортованої згідно критерія мінімального сумарного випередження [1]. Тривалості виконання розподілені за нормальним законом. Обчислити відносне покращення.

Для виконання поставленої задачі необхідно мати значну статистичну вибірку множин незалежних робіт  $J$ , а також параметри, згідно яким будемо групувати та розрізняти множини робіт.

Для оптимізації генерування статистичної вибірки множин завдань, будемо одразу створювати множину, відсортовану за неспаданням директивних термінів. Таким чином, одразу будемо мати допустиму множину робіт.

Параметри множини робіт:

$\mu$  - математичне сподівання тривалості робіт множини;

$V_i$  - коефіцієнт стандартного відхилення тривалості робіт. Будемо вимірювати як  $\sigma/\mu$ , де  $\sigma$  - середньквдратичне відхилення тривалості робіт від математичного сподівання;

$D_i$  - максимальне лінійне відхилення директивного терміну відносно сумарної тривалості попередніх робіт у розкладі, відсортованому за директивними термінами. Будемо вимірювати як  $\omega/\mu$ , де  $\omega$  - максимальне абсолютне лінійне відхилення директивного терміну відносно сумарної тривалості попередніх робіт.

Оскільки нам важливе відносне, а не абсолютне покращення, то  $\mu$  можна обрати довільним, достатньо великим, щоб не втратити точність обчислень.

**Алгоритм генерування множини робіт**

КРОК 1. Обрати випадкове число – кількість робіт у множині  $n(10-100)$ .

КРОК 2. За допомогою перетворення Бокса-Мюллера, отримати число, що належить нормальному розподілу тривалості робіт множини.



КРОК 3. Підібрати йому директивний термін виконання, згідно обраного параметру  $V_i$  та поточної сумарної довжини згенерованих робіт.

КРОК 4. Доки в множині не буде  $n$  робіт, повернутися на КРОК 1. ІНАКШЕ перейти на КРОК 5.

КРОК 5. Знаходимо максимальний момент запуску  $r_{\max}$ . Зміщуємо на  $r_{\max}$  початок кожної роботи.

Знаходимо сумарне випередження цієї послідовності робіт, а також сумарне випередження впорядкованої, згідно алгоритму А2 [2]. Рахуємо відносне покращення та заносимо результат у таблицю.

Проградуємо  $V_i$  та  $D_i$  від 0,1 до 3,0 через 0,1. Для кожної пари  $V_i$  та  $D_i$  згенеруємо близько 10000 різних незалежних множин допустимих розкладів робіт та знайдемо середнє значення покращення сумарного випередження.

Отримаємо графік, зображений на Рис.1.

На осі X – значення  $D_i$ , на осі Y – значення  $V_i$ , на осі Z – середнє відносне покращення(%).

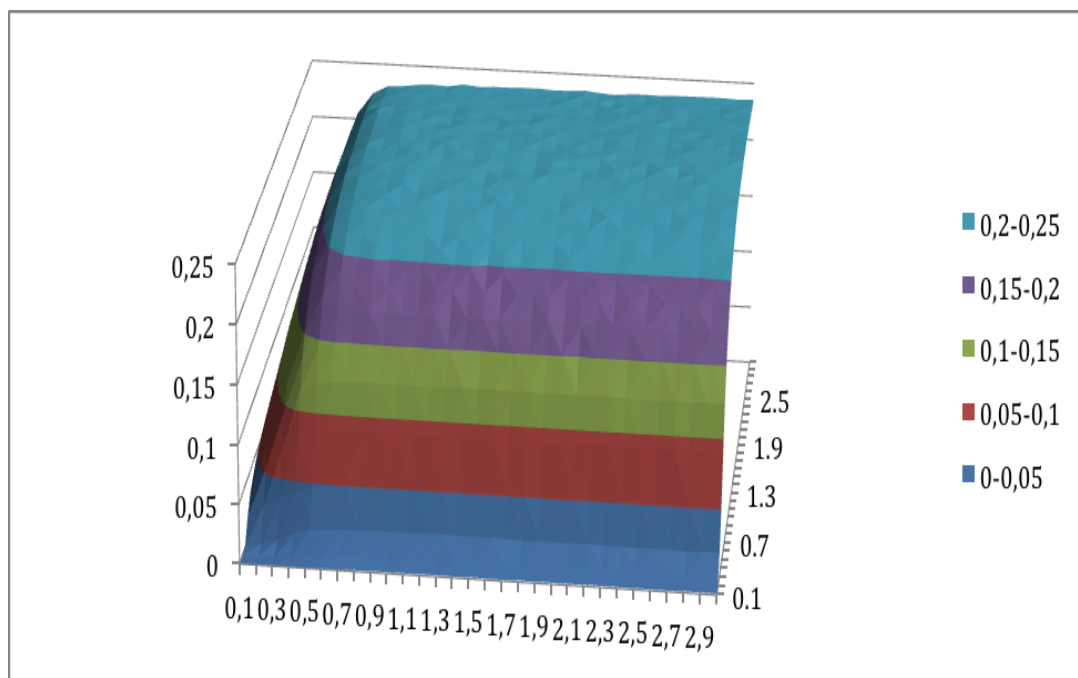


Рис.1 Середнє значення покращення сумарного випередження

### Література

1. Павлов О.А. Исследование свойств задачи календарного планирования для одного прибора по критерию минимизации суммарного опережения заданий при условии допустимости расписания / А. А. Павлов, Е.Б. Мисюра, Е.А. Халус// Вісник НТУУ “КПІ”. Серія «Інформатика, управління та обчислювальна техніка». – К.: “ВЕК+”, 2013. – №59.

2. Халус О.А. Задача визначення максимально пізнього моменту початку виконання в допустимому розкладі завдань при мінімізації сумарного випередження / О.А. Халус. – Ужгород.: Видавничий дім «Гельветика», 2014. — 344 с.

**Підхід до моделювання реактора ідеального змішування безупинної дії****В.С. Цапар, Д.І. Шабатин***Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»*

Хімічні реактори це основні об'єкти хімічної промисловості.

У реакторах безупинної дії (чи проточних) живлення реагентами і вивід продуктів реакції здійснюється безупинно.

Режим роботи такого реактору стаціонарний (сталий).

Стаціонарність процесу в проточному реакторі можна забезпечити, якщо об'ємні витрати на вході  $v$  та виході  $v_0$  однакові. Тоді,

$$v(C_{j,0} - C_j) - w_{r,j}V = 0 \quad (1)$$

Рівняння (1) можна записати у вигляді:

$$\frac{V}{v} = \bar{\tau} = \frac{C_{j,0} - C_j}{w_{r,j}} \quad (2)$$

$\tau$  – час;

$w_{r,j}$  – швидкість хімічної реакції;

$C_{j,0}$  – початкова концентрація реагенту  $j$ ;

$C_j$  – концентрація реагенту  $j$ .

Величина  $\bar{\tau} = \frac{V}{v}$  в рівнянні вимірюється в одиницях часу і характеризує

середній час на протязі якого оновлюється вміст проточного реактору. Цю величину називають середній час перебування реагентів. Дійсний час перебування частинок в проточному реакторі змішування є випадковою величиною на відміну від часу перебування реагентів в періодичному реакторі. В періодичному реакторі всі завантажені до нього частинки речовин знаходяться від завантаження до вивантаження. В проточному реакторі ідеального змішування ці частинки миттєво і рівномірно розподіляються по всьому об'єму апарату, і так як з апарату безперервно виходить потік продуктів, то в момент входу частинок до апарату якась їх кількість може влучити до вихідного потоку. Деякі частинки, рівномірно розподіляючись в нових порціях реакційної суміші, яка надійшла до апарату, можуть знаходитись в ньому безкінечно довго. Таким чином, дійсний час перебування частинок в проточному реакторі – це випадкова величина, яка може змінюватися від 0 до  $\infty$ . Таку величину можна задавати за допомогою вірогідних характеристик, наприклад, за допомогою функції розподілу випадкової величини.

Допущення, які прийняті для гідродинамічного опису такого реактору наступні – у потоці відбувається повне змішування частинок, тобто будь-яка зміна концентрації речовини на вході потоків у зону ідеального змішування миттєво розподіляється по всьому об'єму зони ідеального змішування[1]. Графічно зміну концентрації в реакторі ідеального змішування (РІЗ) та ступеня

перетворення відобразимо характеристичними кривими, представленими на рис.1.

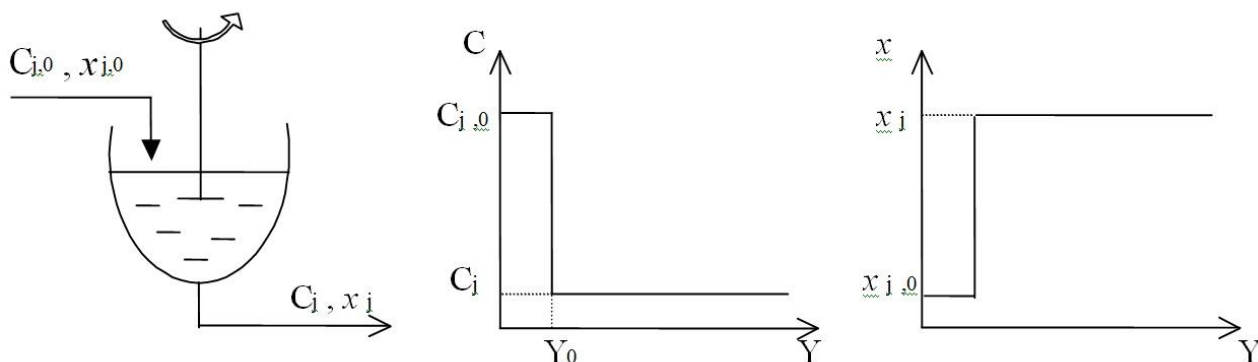


Рис.1. Зміна концентрації вихідного реагенту  $j$  в часі й в об'ємі в РІЗ

Працюючи над комплексною моделлю складного технологічного процесу можна не надати значення на перший погляд незначним нюансам, що в подальшому приведе до розходження між змодельованим і реальним об'єктом. Найбільш доцільним в таких випадках є отримання математичних моделей окремо всіх складових технологічного процесу з подальшим об'єднанням їх у повну математичну модель[2].

Для моделювання безупинного реактору ідеального змішування в якому протікає проста незворотна реакція  $n$ -го порядку складемо характеристичне рівняння (3):

$$\bar{\tau} = \frac{C_{j,0} x_j}{k C_{j,0}^n (1 - x_j)^n} = \frac{x_j}{k C_{j,0}^{n-1} (1 - x_j)^n} \quad (3)$$

де  $x_j$  – ступінь перетворення реагенту  $j$ ;

$C_{j,0}$  – початкова концентрація реагенту  $j$ ;

$n$  – порядок.

Отже, при моделюванні РІЗ доцільно використовувати ієрархічний підхід до реактора, як до складної системи. (Ієрархія – це розташування частин елементів цілого в порядку від вищого до нижчого). Суть цього підходу полягає в тому, що складна система розглядається як сукупність підсистем, зв'язаних між собою.

### Література

1. Мухленов И.П. Общая химическая технология / И.П. Мухленов и др. – М.: Высшая школа, 1991.-С. 164-191.
2. Кубрак А.І. Комп'ютерне моделювання та ідентифікація автоматичних систем : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів, які навчаються за напрямом «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / А. І. Кубрак, А. І. Жученко, М. З. Кваско. – Національний технічний ун-т України «Київський політехнічний ін-т». – К. : Політехніка, 2004. – 424 с. – Бібліогр.: с. 409–416. – ISBN966-622-175-6.

**Дослідження хаотичної поведінки технологічного об'єкта управління,  
аналіз, шляхи розв'язання проблем**

**М.В. Чернецький, В.Д. Кишенько**

*Національний університет харчових технологій*

Необхідність розв'язання питання управління складними технологічними об'єктами з хаотичною поведінкою виникало завжди [1]. На даному етапі розвитку вчені зробили великий прорив у цьому напрямку [2,3].

Важливість підтримки оптимальних значень контрольованих технологічних параметрів складних об'єктів управління, які характеризуються віддаленістю стану термодинамічної рівноваги і формуванням дисипативних просторово-часових структур, є важливим питанням для вирішення проблем управління на сучасному етапі розвитку науки і техніки.

Ідентифікація таких об'єктів здійснюється на основі всестороннього аналізу їх поведінки, що характеризується постійною зміною, переходом, між детермінованістю, хаотичністю, стохастичністю [4].

Хаотична поведінка складного об'єкта управління технологічним процесом викликана внутрішніми факторами. Для створення ефективного управління такими системами, необхідно використати метод, заснований на принципі створення управляючих дій не примусового, а топологічно взаємопогодженого ресурсоощадного характеру резонансної дії. Але з самого початку потрібно провести дослідження складного об'єкта управління методами нелінійної динаміки.

В процесі дослідження варочного відділення пивзаводу як складного нелінійного об'єкта управління з хаотичною поведінкою, був використаний метод рекурентного аналізу часових рядів. Даний метод аналізу, заснований на представленні властивостей процесу у вигляді геометричних структур і може використовуватись для виявлення залежностей в досліджуваних процесах [1]. В результаті проведених експериментальних досліджень встановлені як характерні особливості поведінки об'єкта (області русел та джокерів, прояви нестационарності), так і числові показники (міри детермінізму, стохастичності, рекурентності, ентропії та тренду).

#### **Література**

1. *Владимирский Э.И.* Синергетические методы управления хаотическими системами / Э.И. Владимирский, Б.И. Исмаилов. – Баку: ELM, 2011.– 240 с.
2. *Стрижак П.Є.* Детермінований хаос в хімії / П.Є. Стрижак. – К.: Академперіодика, 2002. – 287 с.
3. *Шустер Г.В.* Детерминированный хаос. Введение / Г.В. Шустер. – М.: Мир, 1988.– 240 с.
4. *Берже П.* Порядок в хаосе. О детерминистском подходе к турбулентности / П. Берже, И. Помо, К. Видаль. – М.: Мир, 1991.– 368 с.

**Визначення сталої часу динамічної моделі  
процесу вирощування хлібопекарських дріжджів**

**Ю.О. Чорна, В.Г. Трегуб**

*Національний університет харчових технологій*

Біотехнологічний процес вирощування хлібопекарських дріжджів, що відбувається в апаратах періодичної дії і відноситься до процесів з міжфазними переходами, має свої особливості, що ускладнюють їх оптимальне керування. Кінетична модель періодичного процесу вирощування хлібопекарських дріжджів повинна охоплювати весь можливий діапазон зміни термодинамічних сил і часових стадій розвитку процесу та враховувати те, що періодичний процес може проходити як при наявності періоду індукції (латентного періоду), так і при його відсутності [1, 2].

Для визначення сталої часу  $\theta$  динамічної моделі періодичного процесу вирощування хлібопекарських дріжджів використовувався базовий набір експериментальних даних, на основі яких визначено регресійне рівняння, коефіцієнти якого розраховувались методом найменших квадратів. Слід відмітити, що модель узгоджена з теоретичними представленнями про процес та адекватно описує в площині змін параметрів процесу вирощування дріжджів.

Для визначення регресійної залежності для константи часу  $\theta$  здійснювався аналіз параметрів процесу, що впливають на швидкість росту біомаси та змінюються від циклу до циклу. Так як, подача аміачної і ортофосфорної кислоти впливає на  $pH$  середовища і забезпечує азотне та фосфорне живлення мікроорганізмів, концентрація цукру регулюється подачею меляси, а аерація середовища постійна і не змінюється протягом процесу, то для  $\theta$  регресійна залежність матиме вигляд:

$$\theta = f(pH, K_{\zeta}) = 0,157869 \cdot pH \cdot K_{\zeta} - 1,14267 \cdot pH^2 - \\ - 0,04056 \cdot K_{\zeta} + 4,235939 \cdot pH - 0,01014 \cdot K_{\zeta}^2$$

де  $pH$  - рН культурального середовища в діапазоні зміни (3,8–5,5 од.рН);  $K_{\zeta}$  - концентрація цукру в мелясі в діапазоні зміни (43–46,6 %). Коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0.981$ .

### Література

1. Трегуб В.Г. Автоматизоване управління апаратами періодичної дії на харчових підприємствах / В.Г. Трегуб / Наукові праці НУХТ. – 2005. – №16. – С.143-145.
2. Трегуб В.Г. Оптимальне керування періодичними процесами з міжфазними переходами / В.Г. Трегуб, Ю.О.Чорна // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2010. – №6/4(48). – С.7-9.

Вимірювання як функція вимірювальної інформаційної системи забезпечує отримання інформації про властивості і стан спостережуваного об'єкта. У відповідності з призначенням функції вимірювання, модель вимірювального сигналу (ВС) повинна відображати властивості і стан спостережуваного об'єкта. Інформація про властивості об'єкта міститься в його реакції на зовнішні впливи. Інформація про стан об'єкта міститься в залежності реакції на зовнішні впливи від стану даного об'єкта [1].

**Постановка задачі** - створення стохастичної інформаційної моделі ВС, яка встановлює зв'язок інформативних параметрів ВС з властивостями і станом спостережуваного об'єкта.

**Узагальнена інформаційна структура вимірювального сигналу.** Процес перетворення первинної вимірювальної інформації  $\Lambda$ , яка відображає властивості і стан об'єкта спостереження, у вимірювальний сигнал  $Y$ , який поступає на вхід вимірювальної системи, подано на рис. 1.

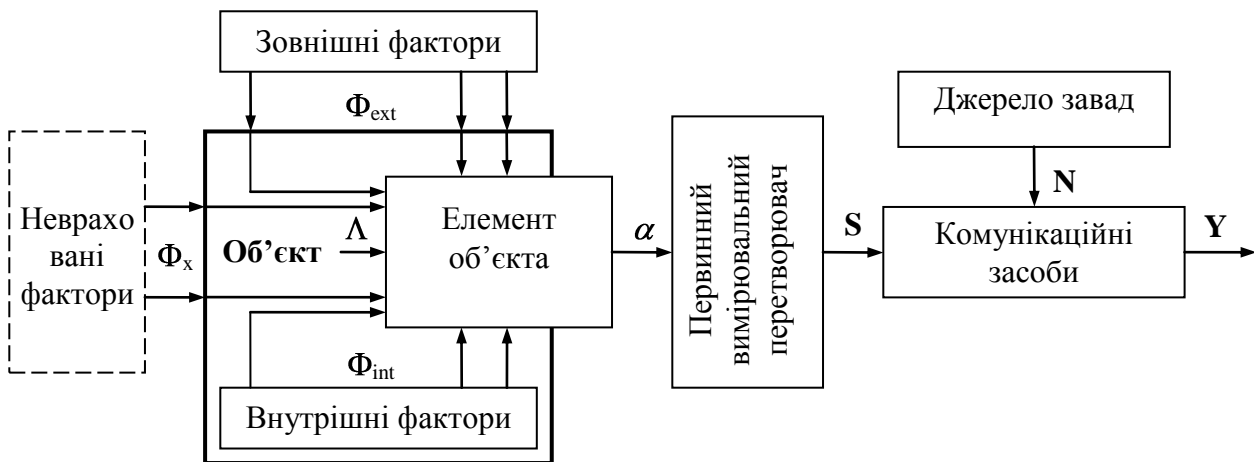


Рис. 1. Процес перетворення вимірювальної інформації

Для опису структури інформаційної моделі ВС введемо такі величини:  $\Lambda$  - первинна вимірювальна інформація про властивості і стан спостережуваного об'єкта;  $\Phi_{ext}$ ,  $\Phi_{int}$ ,  $\Phi_x$  - зовнішні, внутрішні та невраховані фактори, які впливають на спостережуваний об'єкт;  $\alpha$  - інформативний параметр вхідного ВС;  $S$  - проміжний вимірювальний сигнал;  $N$  - завади;  $Y$  - ВС.

Спостережуваний об'єкт знаходиться під впливом зовнішніх, внутрішніх і неврахованих факторів і реакція на ці впливи залежить від його властивостей і стану. Спостережуваний елемент – елемент об'єкта спостереження, фізичний

стан якого залежить від реакції об'єкта спостереження на зовнішні, внутрішні і невраховані фактори. При взаємодії первинного вимірювального перетворювача з спостережуваним елементом об'єкта на його вході виникає вхідний ВС з інформативним параметром  $\alpha$ , який характеризує фізичний стан спостережуваного елемента і перетворюється в проміжний вимірювальний сигнал  $S$  (електричний сигнал). Через комунікаційні засоби ВС поступає на вхід вимірювальної системи.

**Стохастична інформаційна модель вимірювального сигналу.** Функціональний зв'язок ВС з властивостями і станом спостережуваного об'єкта в моделі ВС відрізняється від узагальненої схеми процесу перетворення інформації (рис. 1) і визначається реальними можливостями і доступністю для вимірювання необхідних фізичних величин. Носієм інформації в ВС є його інформативний параметр [2], що встановимо наступним співвідношенням

$$s(t) = F_s[t, \alpha(t)]. \quad (1)$$

Інформативний параметр ВС при сумісному впливі зовнішніх, внутрішніх і неврахованих факторів представляє собою випадковий процес

$$\alpha(t) = F_\alpha[\Phi_{\text{ext}}(t), \Phi_{\text{int}}(t), \Phi_x(t)]. \quad (2)$$

Для формалізації зв'язку параметра ВС з властивостями і станом спостережуваного об'єкта введемо дві моделі: статичну і динамічну. Статична модель інформативного параметра ВС встановлює його функціональний зв'язок з зовнішніми, внутрішніми і неврахованими факторами

$$\alpha = F_\alpha(\Phi_{\text{ext}}, \Phi_{\text{int}}, \Phi_x), \quad (3)$$

і оскільки вплив неврахованого фактору має випадковий характер, то модель інформативного параметра стохастична. Динамічна модель інформативного параметра ВС установлює залежність статистики інформативного параметра від внутрішніх факторів

$$\xi(t | \Phi_{\text{ext}}) = F_\xi[t, \Lambda(\Phi_{\text{int}}) | \Phi_{\text{ext}}], \quad (4)$$

де  $\Lambda$  – параметри динамічної моделі процесу  $\xi(t)$ .

Стохастична модель ВС представляє

$$y(t) = F[s(t; \alpha, \xi), n(t)]. \quad (5)$$

Узагальнена інформаційна характеристика ВС формується з таких компонент: ентропія спостережуваного сигналу; ентропія ВС; ентропія інформативного параметра ВС; ентропія вимірювальної інформації.

**Висновки.** Розглянуто процес перетворення первинної вимірювальної інформації про властивості і стан об'єкта спостереження в ВС. Запропонована стохастична інформаційна модель ВС, яка дозволяє встановити зв'язок інформативних параметрів ВС з властивостями і станом об'єкта спостереження.

#### Література

1. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. -3-е изд. перераб. и доп./ Б.Р Левин. –М.: Радио и связь, 1989. – 656 с.: ил.
2. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ./ Дж. Бендат, А. Пирсол. – М.: Мир, 1989. – 540 с.: ил.

# Класифікація індивідуальних задач для дослідження ефективності алгоритму розв'язання задачі виконання ідентичними приладами множини завдань із загальним директивним терміном

Н.В. Шевченко

*Національний технічний університет України «КПІ»*

Задано множину завдань  $J$  ( $|J|=n$ ), кількість приладів  $m$ , для кожного завдання  $j \in J$  відома тривалість виконання  $p_j$ . Всі завдання мають спільний директивний термін  $d$ . Передбачається, що всі завдання множини  $J$  надходять одночасно, процес обслуговування кожного завдання відбувається без переривань до завершення обслуговування завдань. Всі прилади працюють без переривань. Необхідно знайти максимальний момент запуску приладів  $r_{\max}$ , що дозволяє отримати допустимий розв'язок (розклад, у якому усі завдання не запізнюються). Дослідження властивостей поставленої задачі і алгоритм її розв'язання наведено в [1].

Один і той самий алгоритм демонструє різну швидкість і ефективність в залежності від набору вхідних даних задачі. Наприклад, для систем, у яких «на кожній з машин виконується досить велика кількість завдань» та «на кожній з машин виконується невелика кількість завдань» ефективність алгоритму буде різною. Також різною вона буде для систем, у яких «тривалості завдань не дуже сильно відрізняються одна від іншої» і «тривалості завдань сильно відрізняються одна від іншої». Тому для дослідження алгоритму, порівняння його ефективності за різних початкових умов доцільно виділити наступні характеристики, за якими можна класифікувати індивідуальні задачі: тривалість завдань і дисперсія довжини завдань. Під індивідуальною задачею мається на увазі задача з конкретними числовими характеристиками.

Вважається, що середня тривалість виконання всіх завдань однією машиною при рівномірному завантаженні (величина  $C^*$ ) задана. Нехай  $\bar{p}$  – середнє значення довжини завдання. Розглядається співвідношення величин  $C^* : \bar{p}$ , що можна інтерпретувати як середня кількість завдань, що виконується на одній машині. В залежності від даного співвідношення початкові задачі (системи) будуть відноситися до однієї із категорій:

- категорія “S” – системи із "короткими" завданнями; до цієї категорії будемо відносити системи, у яких  $k_2 \leq C^* : \bar{p} \leq k_1$  ( $k_2 < k_1$ );
- категорія “M” – системи із "середніми" завданнями; до цієї категорії будемо відносити системи, у яких  $k_3 \leq C^* : \bar{p} \leq k_2 - 1$  ( $k_3 < k_2 - 1$ );
- категорія “L” – системи із "довгими" завданнями; до цієї категорії будемо відносити системи, у яких  $C^* : \bar{p} \leq k_3 - 1$ .

Граничні величини  $k_1 > k_2 > k_3 > 1$ , що характеризують категорії, встановлюються експериментально таким чином, щоб аналізовані класи задач статистично відрізнялись.

При моделюванні множини завдань припускається, що тривалості завдань є рівномірно розподіленими випадковими величинами. Таке припущення



робиться на основі того, що на практиці для тривалості завдань існують верхня та нижня межі, в той час як випадкові величини, що мають інші поширені розподіли (нормальний, експоненціальний, Ерланга тощо) можуть приймати значення, що прямує до нескінченності, та/або від'ємне значення.

Значення  $\bar{p}$  визначається в залежності від категорії, до якої належить система за середнім значенням довжини завдання. Зрозуміло, що довжини задач в одній системі можуть бути як близькими один до одного, так і значно відрізнятись. За це відповідає такий параметр, як  $Q$  (вимірюється у долях цілого від  $\bar{p}$ ). Даний параметр характеризує межі відрізка, на якому рівномірно розподілена випадкова величина  $P$ , реалізаціями якої є довжини задач  $p$  в системі. Тобто всі можливі значення довжини завдань  $p$  будуть лежати в проміжку  $p_{\min} = \bar{p} \cdot (1 - Q) \leq p \leq \bar{p} \cdot (1 + Q) = p_{\max}$ .

Оскільки випадкова величина  $P$  розподілена рівномірно, можна обчислити для неї значення дисперсії за формулою (1):

$$D[P] = \frac{(p_{\max} - p_{\min})^2}{12} = \frac{(2\bar{p} \cdot Q)^2}{12} = \frac{(\bar{p})^2 \cdot Q^2}{3}. \quad (1)$$

В залежності від величини  $Q$  і, відповідно, значення дисперсії, початкові задачі (системи) будуть відноситися до однієї із категорій:

- категорія "S" – системи із малим розсіюванням; до цієї категорії будемо відносити системи, у яких  $Q \leq q_1$ ,  $D[P] \leq \frac{(\bar{p})^2 \cdot q_1^2}{3}$ ;
- категорія "M" – системи із середнім розсіюванням; до цієї категорії будемо відносити системи, у яких  $q_1 + 0,01 \leq Q \leq q_2$  ( $q_1 + 0,01 < q_2$ ),  $\frac{(\bar{p})^2 \cdot (q_1 + 0,01)^2}{3} \leq D[P] \leq \frac{(\bar{p})^2 \cdot q_2^2}{3}$ ;
- категорія "L" – системи із великим розсіюванням, до цієї категорії будемо відносити системи, у яких  $Q \geq q_2 + 0,01$ ,  $D[P] \geq \frac{(\bar{p})^2 \cdot (q_2 + 0,01)^2}{3}$ .

Аналогічно до тривалості завдань, граничні величини  $q_2 > q_1 > 0$ , що характеризують категорії, встановлюються експериментально таким чином, щоб аналізовані класи задач статистично відрізнялись.

Для класифікації набору вхідних даних задачі використовується запис G/F:

- G відповідає за тривалість завдань,  $G \in \{S, M, L\}$ ;
- F відповідає за дисперсію довжин завдань,  $F \in \{S, M, L\}$ .

### Література

1. Поліноміальна складова ПДС-алгоритму розв'язання однієї задачі теорії розкладів / О. А. Павлов, О.Г. Жданова, О.Б. Місюра, М.О. Сперкач// Технологический аудит и резервы производства, 2013. — №6/3 (14). — С.47-52.

## Можливості підвищення ефективності управління випарною установкою цукрового заводу

**О.В. Школьна**

*Національний університет харчових технологій*

Серед галузей харчової промисловості цукрова промисловість є найбільш енергомісткою. Частка паливо-енергетичних ресурсів в собівартості цукру досягає 20% від сукупних витрат [1]. Крім того ціни на паливо-мастильні матеріали постійно зростають. Все це свідчить про нагальну необхідність впровадження енергозбережних технологій на цукрових заводах.

Близько 85% від загальних витрат паливо-енергетичних ресурсів припадає на виробництво теплової енергії [2]. Тому основним напрямом зменшення витрат палива на виробництво теплової енергії є зменшення питомих витрат теплової енергії (пари) на технологічний процес. Основним споживачем пари із ТЕЦ (гострої пари) на цукровому заводі є випарна установка.

З точки зору управління випарну станцію слід віднести до складних технологічних систем, що характеризуються багатомірністю, нелінійністю, багатозв'язністю, нестаціонарністю, високим рівнем невизначеності, різномірністю ситуаційної поведінки. Такі особливості об'єкта управління вимагають застосування сучасних принципів і методів теорії та практики управління складними організаційно-технічними системами з використанням передових комп'ютерних технологій: теорія інтелектуальних систем, теорія оптимального і адаптивного управління, методи технологічного і енергетичного моніторингу, мережеве та еволюційне моделювання, методи прогнозування, включаючи аспекти явищ самоорганізації та хаотичної поведінки [3].

Показано, що для використання енергозбережних технологій необхідно розробити математичні моделі, інтелектуальні алгоритми управління, програмне забезпечення на основі новітніх інформаційних технологій, що дозволить досягти оптимальних режимів технологічних процесів виробництва цукру із попередженням виникнення нештатних ситуацій.

### Література

1. *Василенко, С.М.* Економія енергоресурсів на цукрових заводах / С.М. Василенко, К.О. Штангесв // Науково-практичний галузевий журнал «Цукор України» – 2010. – №1(57) – С.40-43.
2. *Штангесв, К.О.* Шляхи енергозбереження в цукровому виробництві: навчальний посібник / К.О. Штангесв, В.І. Христенко – Київ: ІПДО НУХТ, 2002.– 32 с.
3. *Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу: монографія / А.П. Ладанюк, В.М.Решетюк, В.Д.Кишенько, Я.В.Смітюх.* – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.

## Система автоматизованого стеження за технологічним процесом з використанням камери

Я.Р. Шматов

*НТУУ “Київський політехнічний інститут”*

Одним з основних активних процесів, яке підтримує людство вже упродовж багатьох років є автоматизація. У наш час максимально автоматизованими є більшість аспектів життя, у тому числі і виробництво. Однак механізми не є ідеальними і тому необхідне також і стеження за роботою приладів, транспорту та інших активних елементів сучасного виробництва. Велика кількість датчиків усередині механізму можуть гарантувати його дієздатність, однак для перевірки правильності виконання усіх дій іноді необхідним є зовнішнє спостереження.

У даній роботі розповідається, як можна автоматизувати процес стеження за механізмами за допомогою звичайних камер та комп'ютерів. Для оцінювання багатьох процесів необхідна інформація про положення об'єктів (транспорту, складових частин механізмів тощо) у тривимірному просторі. До інформації про положення входить інформація не лише про геометричні координати об'єкту, але і про поворот самої частини також. Так як звичайна камера не надає прямої інформації про відстані до об'єктів, а отже і інформації про положення — її необхідно визначати виходячи лише з плаского зображення і відображених на ньому об'єктах. Також даний механізм не має вимагати значної потужності та об'єму ресурсів від комп'ютерної системи, що зробить його доступним.

За допомогою камери можна отримувати зображення необхідної робочої області у різні моменти часу, оцінювати те, як змінилось положення активних частин механізмів чи транспорту, порівнювати розраховане положення з запланованим чи допустимим та сигналізувати у випадку значних відхилень. До активних елементів також можна віднести і ті, що під час виробництва є нерухомими, але за непередбачуваних ситуацій можуть змінити своє положення. Серед зазначеного основною задачею роботи механізму стеження є виділення на зображенні активних частин механізмів, та виявлення їх положення. Дана задача також є найважчою серед усіх названих. Один з підходів, за яким можна виділяти об'єкти із зображення — виділяти ключові точки, які пов'язані з цими об'єктами. Якщо дані точки будуть зафіксовані відносно одна одної в межах керуючої частини — знадобиться невелика кількість операцій для подальшого аналізу розміщення об'єкту. Дані точки не обов'язково візуально виділяти саме на безпосередній поверхні рухомого об'єкту — можна зробити деякі спеціальні яскраво-виражені накладки, які будуть доступні у зоні огляду камери. Інформація про взаємне положення даних точок може бути попередньо обрахована і збережена до системи електронного нагляду — це значно зменшить кількість необхідних розрахунків для системи і спростить її створення. Коли відповідні точки виділені на поточному кадрі — програмно можна визначити поточне розміщення об'єктів,

пов'язаних з даними точками, відносно камери. Далі необхідно буде, як зазначалось раніше, перевіряти правильність переміщення активних частин механізмів і сигналізувати у випадку відхилень. Один із підходів — задати області, у яких може знаходитись кожна з активних частин. Для спрощення можна виділити у об'єкті деяку ключову точку, відносно якої і будувати ключові області та проводити оцінювання. Дана точка не обов'язково має співпадати з точкою, що використовується для оцінки положення об'єкту. Область не обов'язково повинна вказувати на усі можливі місця знаходження ключової частини на протязі усього процесу роботи. Якщо у нас є деякий механізм, що завжди пересувається за заданою траєкторією у заданому напрямку — можна у кожен момент часу виділяти окрему область, у яку може переміститись частина. Цю область можна оцінювати у залежності від попереднього положення частини, що дозволить оцінювати нерівномірні переміщення частин механізмів. У випадку відхилення оціненого поточного положення від зазначених безпечних областей необхідно сигналізувати про неправильність роботи.

Для роботи даної системи необхідно мати камеру з достатньою роздільною здатністю, щоб була можливість виділяти необхідні ключові точки на зображенні. Додання окремих яскравих елементів на поверхні механізмів може спростити алгоритм виділення ключових точок та збільшити його точність. Якщо працювати лише з поверхнею механізмів, що не має яскраво виділених частин — можуть виникнути неточності у пошуку необхідних точок, які необхідно буде усувати. Також можливою є ситуація, коли один з об'єктів перекривається частково іншим. Як одне з можливих рішень вказаних проблем є виділення додаткових точок на поверхні активних частин. У випадку, коли деякі точки будуть перекриті іншими об'єктами від камери, чи неточно розпізнанні, положення частин можна буде відновити за розпізнаними точками. Також даний підхід дозволить збільшити точність розпізнавання положень частин у просторі. Однак точність положень усе одно буде залежати від роздільної здатності камери і для віддалених об'єктів не вийде досягти необхідної точності оцінки положення. Через це варто буде оцінювати відхилення від області під час оцінювання положення частини на належність області можливих положень. Коли значення відхилення буде перевищувати ключове значення, що залежить від точності оцінювання положення, тоді необхідно буде сигналізувати про неправильність роботи системи.

Як показано у даній статті — можливо створити автоматизований механізм спостереження за технологічним процесом, що буде використовувати недорогі технологічні компоненти. За допомогою вказаних у роботі спрощень, можна буде зменшити також і вартість розробки програмної частини системи стеження. Даний механізм може оцінювати явні відхилення у роботі частин механізмів відносно очікуваної поведінки і сигналізувати наглядачу про необхідність втручання у процес. Однак даний механізм не надає достатньої точності для виявлення дрібних відхилень від роботи, що обмежує область його використання як основного механізму пошуку несправностей, однак не обмежує його використання як додаткової міри безпеки.

## Підхід до розробки системи автоматичного управління складними технологічними комплексами

Д.А. Шумигай, А.П. Ладанюк

*Національний університет харчових технологій*

Розглядається підхід до розробки системи автоматичного управління технологічними комплексами (ТК), які є складними системами і складається зі значної кількості функціонально необхідних ступенів переробки сировини та напівпродуктів. Складні ТК мають такі характерні ознаки [1]: складність, спостережність, керованість, чутливість, стійкість, координованість, адаптивність, ефективність, надійність, матеріаломісткість, живучість, металомісткість, енергоємність, капіталомісткість, трудомісткість, які необхідно забезпечувати і підтримувати на належному рівні.

В складі ТК виділяють окремі підсистеми, кожна з яких має свої критерії управління, математичні моделі та обмеження. При декомпозиції ТК на підсистеми виникає ієрархічна структура і як результат з'являються глобальна мета системи та частинні цілі підсистем. Підсистеми ТК мають численні зв'язки між собою за матеріальними та енергетичними потоками, а також за впливом на якісні показники напівпродуктів та готового продукту. При оцінці ефективності функціонування ТК саме взаємні зв'язки між підсистемами мають найбільш суттєве значення.

Необхідність координації викликана тим, що: ТК складається з багатьох підсистем, кожна з яких включає технологічні агрегати та допоміжне обладнання; ТК працює протягом виробничого процесу неперервно; технологічні агрегати є суттєво нестаціонарними; існуючі системи стабілізації технологічного режиму не забезпечують ефективного управління ТК; не існує методики зміни в реальному часі критеріїв оптимальності при управлінні ТК.

Розв'язанням задачі координації є визначення взаємодії підсистем, при яких управління, оптимальні за критеріями ефективності кожної з підсистем, є також оптимальними за загальним критерієм для ТК в цілому [2]. Загальна оцінка функціонування технологічного комплексу з системою управління виконується на основі узагальненого економічного показника типу прибутку.

Система працює таким чином: у разі виникнення нештатної ситуації основною задачею є розв'язок системи підтримки прийняття рішень, коли ж система повертається до штатної ситуації основний пріоритет має задача координації.

### Література

1. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Л. Мако, И. Тахахара. - М.: Мир, 1973.- 344 с.
2. Ладанюк А.П. Основи системного аналізу [навч. пос.] / А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга., 2004. – 176 с.

## Моделювання та оптимізація процесу першої сатурації цукрового виробництва

І.В. Ющук, О.В. Овчарук

Національний університет харчових технологій

Розроблена математична модель першої сатурації, яка складається з рівнянь, що описують гідродинаміку руху бульбашок сатураційного газу в сатурованому соці, а також рівнянь для опису масообміну в апараті з урахуванням розрахунку поверхні поділу фаз і коефіцієнтів дифузії діоксиду вуглецю і масовіддачі при абсорбції в рідинному середовищі [1].

Досліджувалось вплив технологічних параметрів процесу, конструктивних розмірів апарата і характеристик сатураційного газу на швидкість поглинання  $\text{CO}_2$  лужним соком. Так для заводу потужністю по переробці 3000 тисяч тон буряків на добу, з витратами на очищення 2,5%  $\text{CaO}$  до маси буряків і висотою соку в сатураторі 3,5 метри зменшення діаметра апарата з трьох до двох метрів і зменшення швидкості спливання бульбашок сатураційного газу від 0,3 до 0,1 м/с приводить до зростання швидкості поглинання  $\text{CO}_2$  (рис. 1).

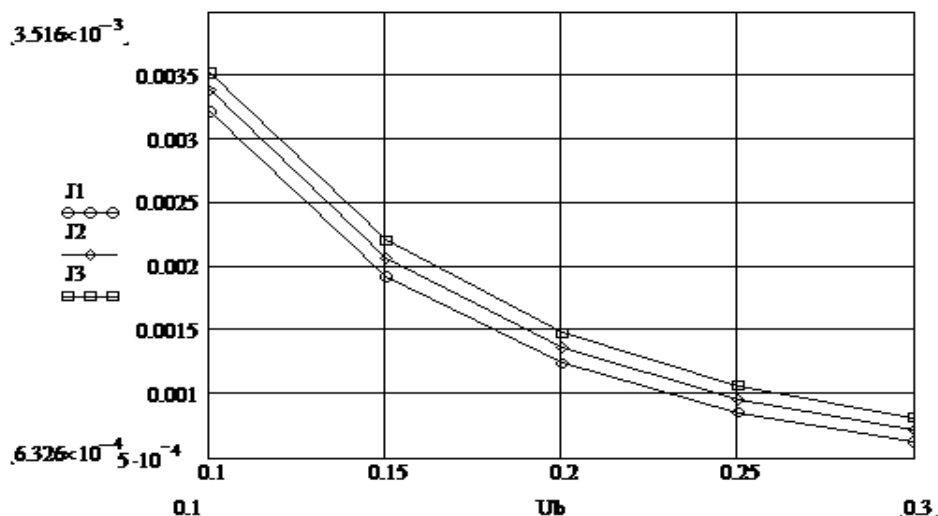


Рис.1 Залежність швидкості поглинання  $\text{CO}_2$  від швидкості спливання бульбашок  $U_b$  і діаметра апарату (J1 – 3 м; J2 – 2,5 м; J3 – 2 м)

Збільшення рівня соку в апараті від 3-х до 4-х метрів, при решті сталих параметрів, приводить до незначного збільшення, на  $0,2 \cdot 10^{-4}$  кмоль/с  $\text{m}^3$ , а збільшення температури процесу від 65 до 75 град С до збільшення на  $0,75 \cdot 10^{-4}$  кмоль/с  $\text{m}^3$  швидкості поглинання  $\text{CO}_2$ .

### Література

1. Ющук І.В. Исследование влияния диаметра сатуратора сахарного производства на поглощение диоксида углерода / Ющук И.В., Овчарук В.А., Вовкодав Н.И., Метлев С.Г. // Science and Education a New Dimension: Natural and Technical Sciences, I(2), Issue: 15. – Budapest, 2013. – p. 151 – 153.

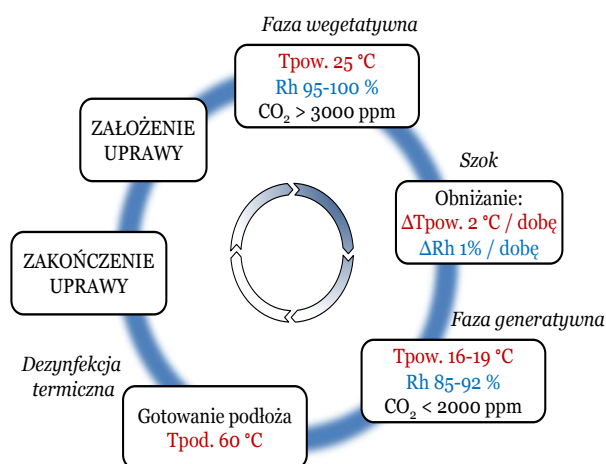
## Identyfikacja parametryczna mikroklimatu w produkcji pieczarek

M. Awtoniuk, A. Chochowski

*Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Polska*

Polska jest drugim co do wielkości producentem pieczarek w Europie. Zajmuje jednak pozycję największego europejskiego eksportera pieczarek. Wielkość eksportu w 2013 roku wyniosła 180 tys. ton i była 60 krotnie wyższa od importu. Należy zwrócić uwagę na silną dynamikę rozwoju tej gałęzi polskiego rolnictwa. Na przestrzeni 10 lat zbiory pieczarek wzrosły o blisko 62% (ze 165 tys. ton w 2003 r. do 267 tys. ton w 2013 r.) przy jednoczesnym wzroście powierzchni upraw o 25 % (z powierzchni 190 ha w 2003 r. do 239 ha w 2013 r.). Sugeruje to wzrost doświadczenia zawodowego technologów, jak również doskonalenie samej technologii. Nie bez znaczenia jest zaangażowanie techniki podnoszącej poziom automatyzacji. Wzrastają oczekiwania producentów w zakresie automatyzacji procesu produkcyjnego, którego celem ma być poprawa jakości i ograniczenie energochłonności.

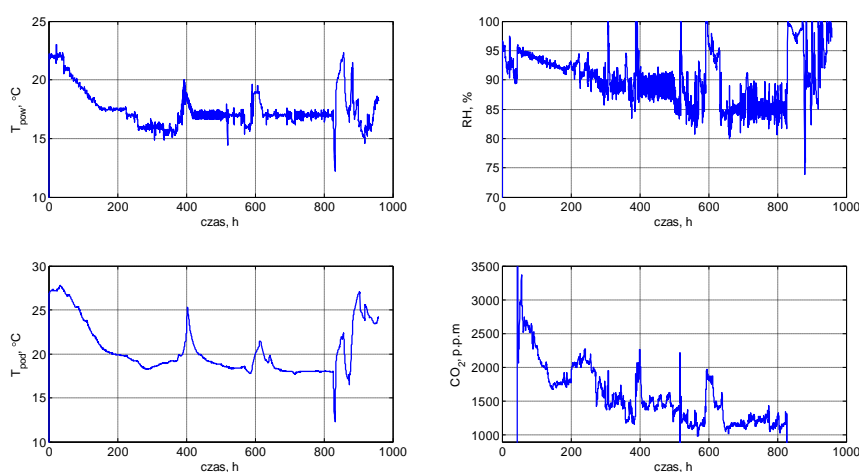
Pieczarki uprawia się na specjalnie przygotowanym podłożu rozłożonym na kilkupoziomowych regałach. Regały są zwykle wykonane z ocynkowanej blachy i rozmieszczone w hali produkcyjnej w kilku rzędach. Proces technologiczny odbywa się cyklicznie z zachowaniem ściśle określonych warunków mikroklimatycznych w hali produkcyjnej (Rys.1). Głównymi parametrami mikroklimatu są temperatura powietrza  $T_{pow}$ , temperatura podłoża  $T_{pod}$ , wilgotność względna powietrza  $Rh$  oraz stężenie dwutlenku węgla  $CO_2$  [1]. Przykładowe przebiegi tych parametrów w całym cyklu produkcyjnym dla wybranej pieczarkarni przedstawia Rys. 2. Utrzymanie tych parametrów na wymaganym poziomie jest możliwe dzięki systemowi pomiarów i kontroli oraz właściwemu algorytmowi sterowania mikroklimatem. Najczęściej wykorzystywanym algorytmem regulacji w pieczarkarniach jest algorytm PID zaimplementowany w mikroprocesorowych sterownikach programowalnych PLC [2].



Rys. 1. Wymagania mikroklimatyczne w poszczególnych fazach produkcji pieczarek

Regulator PID realizujący określony algorytm wymaga odpowiedniej parametryzacji [3]. Są różne metody doboru poszczególnych nastaw, ale wszystkie

wymagają znajomości właściwości dynamicznych regulowanego obiektu. Niezbędne jest więc przeprowadzenie identyfikacji obiektu, dla którego w pierwszej kolejności należy ustalić liczbę sygnałów wejściowych i wyjściowych. Od tego uzależniony jest typ obiektu, np. SISO (single input single output), MIMO (multiple input multiple output) i liczba transmitancji opisujących jego właściwości dynamiczne. Do określenia właściwości dynamicznych mikroklimatu pieczarki wykorzystano metodę identyfikacji parametrycznej [4]. Analizowano modele o strukturach ARX, ARMAX, OE oraz BJ dla obiektu typu SISO (sygnałem wejściowym była temperatura powietrza  $T_{pow}$  a sygnałem wyjściowym temperatura podłoża  $T_{pod}$ ) oraz MISO ( sygnały wejściowe: temperatura powietrza  $T_{pow}$ , wilgotność względna powietrza  $Rh$  oraz stężenie dwutlenku węgla  $CO_2$ , sygnał wyjściowy: temperatura podłoża  $T_{pod}$ ).



Rys. 2. Zmiany parametrów mikroklimatu w czasie cyklu produkcyjnego

Efektem końcowym pracy jest wybór modelu o najlepszym dopasowaniu do rzeczywistej postaci sygnału wyjściowego. Ze względu na to, że mikroklimat w produkcji pieczarek ma charakter niestacjonarny, opisano go trzema modelami stacjonarnymi (transmitancjami) opracowanymi dla trzech etapów produkcji: szoku, etapu przed II zbiorem oraz przed III zbiorem pieczarek.

### Literatura

1. *Oei P.* Mushroom cultivation: appropriate technology for mushroom growers. / Oei P. – Backhuys Publishers, 2003.
2. *Wachowicz E.* Comprehensive model of processes proceeding at a mushroom-growing cellar. / Wachowicz E., Woroncow L. – Technical Sciences, 2013 (13), 30-39.
3. *Awtoniuk M.* Method of retuning PI regulator without identification by means of Imperialist Competitive Algorithm. / Awtoniuk M. – Electronics – Constructions, Technologies, Applications, 2013 (12), 46-49.
4. *Piotrowska E.* Application of parametric identification methods for the analysis of the heat exchanger dynamics. / Piotrowska E., Chochowski A. – International Journal of Heat and Mass Transfer, 2013 (55), 7109-7118.
5. *Ljung L.* System identification. / Ljung L. – Birkhäuser Boston, 1998.



## Koncepcja inteligentnej sieci dystrybucyjnej energii elektrycznej

F. Krawiec

*Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Polska*

Dzisiaj konkurencyjni wytwórcy są dominującym źródłem zaopatrzenia, zaś sieci przesyłowe i dystrybucyjne są powszechnymi transporterami, znanymi w sektorze elektroenergetycznym jako jednostki swobodnego dostępu. Konkurencyjne jednostki wytwórcze transportują swoją energię elektryczną do odbiorców końcowych przy pomocy sieci przesyłowych i dystrybucyjnych regulowanych przez odpowiednie agencje regulacyjne. Zderegulowani sprzedawcy detaliczni, będący często w posiadaniu tego samego przedsiębiorstwa elektroenergetycznego, które jest właścicielem jednostek wytwórczych, nabywają energię elektryczną od jednostek wytwórczych, przesyłają do poolu, gdzie następnie jest sprzedawana odbiorcom detalicznym.

Niniejsze opracowanie przedstawia krótki opis inteligentnej sieci dystrybucyjnej energii elektrycznej wytwarzanej przez zdecentralizowanych czy też lokalnych generatorów.

Inteligentna sieć dystrybucyjna (smart grid) oznacza, w rzeczywistości, łączenie ceny czasu rzeczywistego z opcjami czy technologiami teleinformatycznymi, które mogą być nabyte i zainstalowane przez odbiorców w celu automatycznej kontroli ilości zużywanej przez nich energii elektrycznej i wielkości wytworzonej we własnym zakresie, obniżenia jej kosztów i zapewnienia wysokiej jakości i niezawodności dostaw. Jest to po prostu skojarzenie współczesnej technologii teleinformatycznej z systemem elektroenergetycznym.

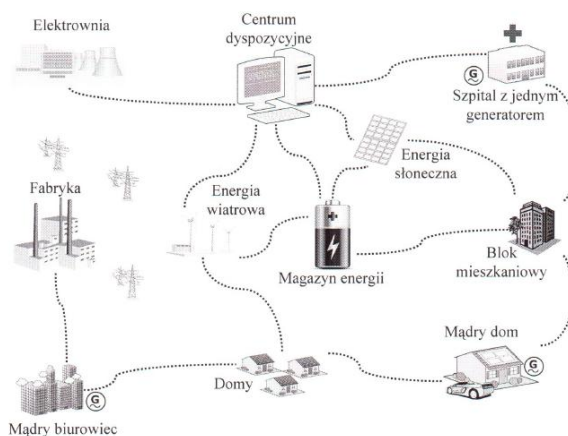
Inteligentne sieci (smart grids) będą miały głęboki wpływ na odbiorców końcowych. Będą one otrzymywały ceny energii elektrycznej, które zmieniają się w ciągu każdego dnia i będą miały dużo więcej informacji i kontroli nad wielkością i kosztem zużywanej przez siebie energii elektrycznej. Wykorzystując proste programy i telefony komórkowe, odbiorcy będą mogli monitorować zużycie energii elektrycznej przez wiele odbiorników podłączonych do sieci domowej, kontrolując je natychmiast lub programując je w celu ich reakcji na ceny. Przez naciśnięcie guzika odbiorca będzie mógł zaprogramować swój klimatyzator, aby się wyłączył na 15 minut każdej godziny, kiedy godzinowe ceny energii elektrycznej przekroczą pewien ustalony poziom. Pomieszczenie odbiorcy będzie trochę cieplejsze, a on sam zaoszczędzi trochę pieniędzy.

Swoją techniczną architekturą, inteligentne sieci będą także przyciągały i zachęcały lokalnych producentów małej skali, powszechnie znanych jako zdecentralizowanych wytwórców czy generatorów (Distributed Generators - (DG)). Ich coraz szersze wykorzystanie zmusi system, aby się stał dwukierunkowy i tworzył wiele możliwości redukcji kosztów w przekroju systemu elektroenergetycznego.

Inteligentne sieci przyczynią się także do efektywniejszego magazynowania energii elektrycznej. Technologie, które umożliwiają odbiorcom i przedsiębiorstwom elektroenergetycznym komunikację i dzielenie kontrolę systemu przesyłowego

ułatwią efektywne magazynowanie energii elektrycznej. Tani, dużej skali magazyn jest poprawnie nazywany technologią natychmiastowego bilansowania systemu przesyłowego. Dzięki temu operator systemu nie musi niepokoić się o ciągle wprowadzanie do i wyprowadzanie z systemu elektroenergetycznego jednostek wytwórczych w celu zapewnienia pełnej synchronizacji z zapotrzebowaniem. Baterie mogą być ładowane, kiedy zapotrzebowanie jest niskie i wyładowywane, kiedy jest wysokie.

Oceny czasu rzeczywistego (real time prices). Pomyślna implementacja i skuteczne funkcjonowanie inteligentnego systemu dystrybucyjnego wymaga efektywnego zarządzania z dnia na dzień z godziny na godzinę, aby osiągnąć oczekiwane korzyści. Oznacza to dostarczenie efektywnego zestawu sygnałów ekonomicznych do producentów i odbiorców w formie bardziej elastycznych i dokładnych cen energii elektrycznej.



Rys. 1. Mądra sieć dystrybucyjna

Dla operatorów i setek jednostek wytwórczych, które oni bilansują w procesie dyspozycji mocy, koszty produkcji energii elektrycznej zmieniają się w każdej godzinie (nawet w ciągu godziny).

Prawie wszystkie transakcje z godziny na godzinę na rynku spot pomiędzy przedsiębiorstwami elektroenergetycznymi używają pewnej formy cen godzinowych bazujących na ciągle zmieniającym się koszcie marginalnym.

Ceny, które detaliczny odbiorca płaci, równe godzinowym cenom hurtowym (plus pewne stałe opłaty za dostawę) są w literaturze przedmiotu i w praktyce znane jako ceny czasu rzeczywistego (real time prices). Ceny te wysyłają dokładny sygnał, ale wymagają ciągłej obserwacji, oceny i dostosowania do często zachodzących zmian - mogą zmienić się o 300 lub więcej procent w ciągu dnia.

### Literatura

1. *Faruqui A.* Will the Smart Grid Promote Wise Energy Choices! / Faruqui A. – Presented At Illinois Smart Grid Initiative, Chicago, IL., August 5, 2008.
2. *Fox-Penner P.* Smart Power. Climate Change the Smart Grid and the Future of Electric Utilities / Fox-Penner P. – Island Press, Washington, DC 2010.
3. *Krawiec F.* Energia. Zasoby, procesy, technologie, rynki, transformacje, modele biznesowe, planowanie rozwoju / Krawiec F. – Difin, Warszawa 2012.

## The main causes of the flooding column process of distiller

N.G. Novakovska, V.D. Kyshenko

*National University of Food Technologies*

The process of flooding is not calculated regime of column operation. The column can be no more than two or three minutes in this state. During this period reflux firstly fills the inner cavity of the column, then fills the distillation tube, and then accidentally releases from the column through the upper nipple of distillation tube – the tube of connection with the atmosphere. The process of column flooding is easy to hear as a specific «gurgling» noise in the column. [1]

Whatever kind of the internal elements are not used in the column, the scheme of distillation column operation remains the same – reflux flowing down and steam moves upward. In this movement of phases there is certain movement speed limit of steam. In other words, with the increasing the heating power (and as a result the flow rate of steam) reflux at first slows its flow velocity down and then just stops (hangs in the column) and builds up in its distillation part of unit. It is the process of column flooding.

In order to avoid the process of flooding of distillator we must clearly follow the manual recommendations stated in the passport for each installation. All distillation columns designed for use as close to the marginal capacity of the column.

It should be noted that the process of column flooding can occur at nominal (proper) technological capacity supplied to the evaporation tank.

There are several reasons for this unexpected behavior of the column.

The first reason is the foam contamination the bottom of column, for example, with fermentable wort or overflow evaporation tank of the processing liquid. This is a direct violation of operating instructions.

The second reason is a rise in supply voltage (over 230V), which leads to an increase in thermal capacity.

The third reason is a strong decrease in atmospheric pressure or attempt to exploitation columns in mountainous terrain. You should pay special attention into this reason.

If the atmospheric pressure is decreases (until 700-720mm.rt.st.), the density of alcohol vapors is reduced, the volume flow of steam is increased, and, accordingly, its velocity in the total cross section of the column is increased. There will be flooding of the column if this rate is exorbitant.

Vice versa, an increase of the atmospheric pressure is decreases the rate of alcohol vapors, which somewhat reduces separation efficiency of the column, but this is easily compensated by adjustment of reflux ratio. There is a recommendation not to hold rectification in the days of very low atmospheric pressure.

### References

1. *Цыганков П.С.* Руководство по ректификации спирта / П.С. Цыганков. – М.: Пищепромиздат, 2001. — 400 с.

## **Problem jakości regulacji przy strojeniu regulatora PID z wykorzystaniem procedur autotuningu**

**P. Obstawski, M. Tulej**

*Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*

Minęło ponad 90 lat od chwili, kiedy to w 1922 roku Nicolas Minorsky opublikował w *Journal of the American Society of Naval Engineering* artykuł pt.: „Directional stability of automatically steered bodies”, w którym przedstawił podstawy teoretyczne dotyczące struktury i zasady działania regulatora PID. Pomimo rozwoju technik mikroprocesorowych oraz specjalistycznego oprogramowania umożliwiającego implementację zaawansowanych algorytmów regulacji, klasyczny algorytm PID nadal jest stosowany również w przemyśle spożywczym. Algorytm regulatora PID standardowo implementowany jest zarówno w przemysłowych regulatorach cyfrowych jak i swobodnie programowalnych sterownikach PLC. W praktyce w procesach przemysłowych, które są zazwyczaj nieliniowe przy częstej zmianie punktu pracy istnieje konieczność doboru nastaw regulatora zapewniającego żadaną jakość regulacji. Strojenie regulatora w warunkach eksploatacyjnych może być skomplikowane i czasochłonne dla personelu technicznego. W celu ograniczenia udziału operatora w procesie strojenia regulatora PID do minimum oraz skrócenia czasu procesu strojenia w przemysłowych regulatorach cyfrowych jak i sterownikach PLC implementowane są procedury autotuningu. Pomimo rozwoju technik mikroprocesorowych i wzrostu mocy obliczeniowej procesorów co wiąże się z rozwojem implementowanych procedur autotuningu nadal istotnym problemem eksploatacyjnym jest dobór nastaw regulatora zapewniających oczekiwaną jakość regulacji.

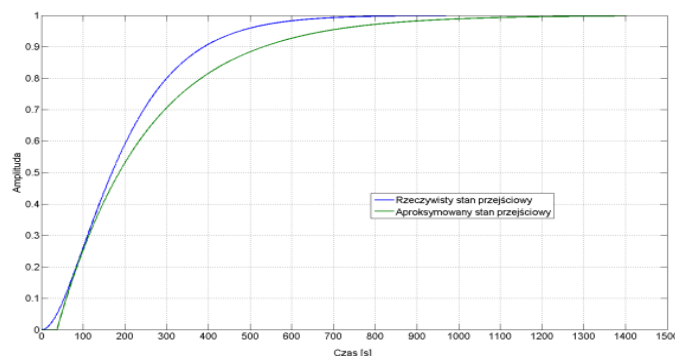
Pierwsza publikacja dotycząca strojenia regulatora PID pt.: *Optimum settings for automatic controllers* ukazała się w 1942 roku. Autorami owej publikacji byli dwaj pracownicy firmy Taylor J.G. Ziegler i N.B. Nichols. Zaproponowali oni dwie metody doboru nastaw regulatora PID: metodę cyklu granicznego (wzmocnienia krytycznego) oraz metodę odpowiedzi skokowej bazującej na eksperymencie identyfikacji obiektu, w wyniku którego dokonuje się aproksymacji właściwości obiektu rzeczywistego do obiektu inercyjnego pierwszego rzędu. Obie metody strojenia regulatora PID do tej pory traktowane są jako wzorcowe.

Identyfikacja obiektu stanowi podstawowy eksperyment w procedurach autotuningu implementowanych zarówno w regulatorach cyfrowych jak i sterownikach PLC, gdyż większość opracowanych kryteriów doboru nastaw regulatora PID bazuje na parametrach charakterystycznych obiektu regulacji wyznaczanych z charakterystyki skokowej. W warunkach eksploatacyjnych często zdarza się, że wymagana jakość regulacji nie jest osiągnięta. Prawdopodobnie jest to rezultat zbyt dużego uogólnienia właściwości dynamicznych obiektu regulacji dokonywanego podczas aproksymacji obiektu inercyjnego wyższego rzędu do obiektu inercyjnego rzędu pierwszego. Dla zobrazowania problemu dokonana zostanie metodą zaproponowaną przez Zieglera i Nicholasa aproksymacja obiektu

regulacji, którego właściwości dynamiczne opisuje transmitancja operatorowa (1) do obiektu inercyjnego rzędu pierwszego.

$$G(s) = \frac{1}{(10s + 1)(100s + 1)^2} \rightarrow G(s) = \frac{1}{216s + 1} e^{-s \cdot 35} \quad (1)$$

Porównując charakterystyki skokowe obiektu rzeczywistego i aproksymacji należy zauważyć, że są one rozbieżne (rys. 1). Rozbieżność pomiędzy rzeczywistą stałą czasową a wyznaczoną z charakterystyki skokowej wynosi 40 sekund co w znaczny sposób wpływa na wartości nastaw członów regulatora PID obliczonych ze standartowych kryteriów czego rezultatem może być niezadowalająca jakość regulacji.



Rys. 1. Porównanie charakterystyk skokowych obiektu rzeczywistego i aproksymacji

Należy zatem wnioskować, że nie zawsze najprostszy model rzeczywistego obiektu regulacji w dostateczny sposób oddaje jego właściwości dynamiczne. Rozwiązaniem przedstawionego problemu jest bardziej dokładna aproksymacja właściwości rzeczywistego obiektu regulacji. Kierując się regułą, że model obiektu powinien mieć jak najprostszą postać by autotuning mógł być wykonany w czasie najkrótszym w procesie identyfikacji właściwości dynamiczne obiektu regulacji powinny być aproksymowane do obiektu inercyjnego rzędu drugiego lub zgodnie z prawem Streica co najwyżej trzeciego rzędu. Oznacza to konieczność opracowania nowych kryteriów doboru nastaw regulatora PID na tyle prostych by mogły być zaimplementowane w przemysłowych regulatorach cyfrowych i sterownikach PLC.

### Literatura

1. *Baker G.* Czy można polegać na funkcjach autotuningu regulatora PID / G. Baker // Control Engineering Polska, 2010. – vol.3, s. 54 – 57,.
2. *Astrom K.J.* PID Controllers Theory, Design and Tuning. Instrument Society of America / K.J. Astrom, T. Hagglund, 1995.
3. *Minorsky N.* Directional stability of automatically steered bodies / N. Minorsky // Journal of the American Society of Naval Engineering. – vol. 34, 1922.
4. *O' Dwyer A.* Handbook of PI and PID Controller tuning Rules / A. O' Dwyer // Imperial College Pres, World Scientific, New Jersey, London, Singapore, Hong Kong, 2003.
5. *Strejc V.* Trends in identification / V. Strejc // Automatica IFAC, vol. 17, 1981.
6. *Ziegler J.G.* Optimal settings for automatic controllers. Transaction of Asme / J.G. Ziegler, N.B. Nichols – vol. 64, 1942.

## Effective biowaste utilization in greenhouse production

V. Reshetiuk, I.Zvieriev

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

It is known that during cultivation and after harvesting the so-called biological mass is left in industrial greenhouses that is mostly tops, stems and leaves. They are usually just taken out to the garbage or field where they need to be burnt or just left to rot. This also requires human and material costs. According to data received from the Ukrainian greenhouse of Kombinat Teplychnyj, which specializes in growing tomatoes in a protected ground, covering the area of 48.4 hectares, planting 2.9 - 3.75 stems/m<sup>2</sup>, 1800 tons of wastes are thrown away after the pitching and 3500 after the harvesting. These wastes are stems diameter of which is 7-8 cm, and in some cases up to 10 cm and a height of 2 m, which is very cumbersome, problematic for storage or transportation.

In the anatomical structure of tomato stems specific differences between species and varieties within the genus have not been found, except for the width of the measles part of stem and size of location per cycling fibers. Small differences are observed also in the capacity of timber. A concrete object of study was tomato "shtambovyi", which is quite common, the optimum temperature for growth 22-25 °C. According to moisture woody biomass - a quantitative characteristic, showing the moisture in biomass content the stem plant is divided into:

- Wet (long time was in the water, such as alloys or sorting in a water basin, humidity  $W^P > 50\%$ );
- Freshcut (kept the moist of the growing plant, humidity  $W^P = 33...50\%$ );
- Air-dry (seasoned for a long time outdoors. While being outdoors woody plant constantly dries and its moisture content gradually decreases to a stable value, humidity  $W^P = 13...17\%$ );
- Room-dry (a long period in the heated and ventilated room, humidity  $W^P = 7..11\%$ );
- Completely dry (dried at a temperature  $t = 103 \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$  to constant weight). In heat engineering only relative or working humidity is applied.

Thus the relative humidity or working one is the ratio of wet mass to the mass of moisture content:

$$W^P = \frac{m - m_0}{m} \times 100\% , \quad (1)$$

The following experimental studies show that skipping through commercial grinder 1 kg of stems, which were left after cutting off it was managed to squeeze about 175 ml of juice with a dark green colour. And doing the same experiment with 1 kg of dried tops that remained after harvesting, approximately 65 ml of juice of the same consistency were received.

But the question is to utilize effectively not only juice but also all waste completely while removing side shoots and after harvesting. The best solution to this problem is to use vegetative plant biomass as fuel.

Thermal characteristics of fuel components

Fuel	Specific calorific value, kJ/kg	Share of volatile components in the combustion mass, %	Ash content of air-dry weight, %
Coal	22000	26,3	1,0...17
Coke	30000	3,8	10..19
Brown coal	20000	57,6	1,3...17
Liquid fuels	42000	-	-
Wood	15000	70	0,5
Peat	15600	-	-
Vegetative biomass of plants	14200	80	5,0...6

For the production of fuel briquettes from biological waste in greenhouse production we offer the following plant for briquetting

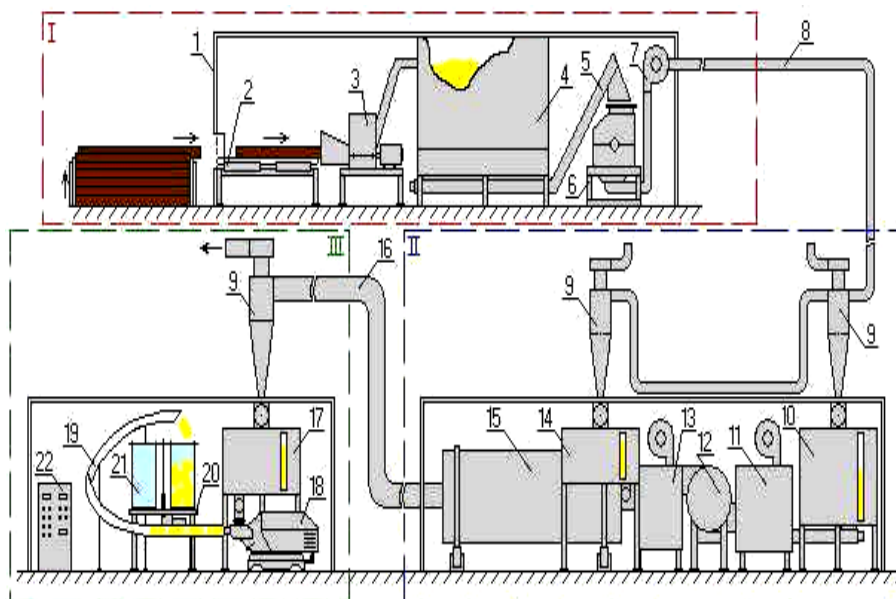


Fig.1. Flowsheet of production installation for briquetting of biowaste.

In any case, utilization of biowaste in greenhouse production, including extraction of juice from the stems and production of fuel briquettes will not only compensate line for briquetting less than in a year it will also bring considerable profits with almost no environmental polluting

#### References

1. *Boyer Stuart A.* (2010). SCADA Supervisory Control and Data Acquisition. USA: ISA - International Society of Automation. p. 179. [ISBN 978-1-936007-09-7](https://doi.org/10.1002/9781119360070).
2. ["Rounding Out the Waste Cycle: TMMK's On-Site Greenhouse"](#). TMMK and the Environment. Retrieved 7 November 2013.

## Structure monitoring subsystem in system of complex technological systems

**O.M. Zigunov**

*Sumy College of Food Industry National University of Food Technologies*

**V.D. Kishenko**

*National University of Food Technologies*

The efficient managing of complex technological system can be greatly enhanced with the help of control scripts using. These models reflect the processes of changing in time of phase coordinates and object's functions conditions. The system fixes the transitions to a new qualitative state from managing point of view.

In order to notice changes in the objects, there is a need for special research changes of technological which are processes influenced by various factors including human activities.

The system of repeated studies of one more elements in the control object in space and time with a specific purpose in according with the program was proposed to name – monitoring.

It should be noted that the system of monitoring changes in facilities management is not a new system which requires networking of new monitoring stations, power lines and telecommunications, data centers and etc. It is a part of managing system of complex technological system [1].

Thus, the system of technological monitoring for providing of system functioning management of complex technological system can identify changes which are caused by functions of technological process when the information about the different variations and changes in the environment is required.

Monitoring includes the following main activities:

1. Observations on the factors which affect the environment and the state of the process.
2. The assessment of the actual state of the process.
3. Forecast of technological process and assessment of condition.

It is necessary to create and maintain knowledge base for the classification. It takes into consideration the operating experience of similar objects, simulation results, expert opinion, etc [2].

The task is to build a top level – smart analysis, monitoring and management, using the lower level feasibility APCS diffusion separation sugar factory.

On the lower level process control system, namely the level SCADA – system information via API's OPC - collectors arrive at the top level – the level of a single archive Historian, where the current of archiving the database. These laboratory tests come back up into the system through laboratory workstations through mediation File collectors.

The integrated subsystem of the Excel Add in the only interface which allows to get the information in third-party programs on the environment – Archive Historian. This interface allows to playback the information at the tables Excel and the through APIs Excel transmit on the upper level – the smart automated control of



diffusion apparatus.

Subsystem monitoring technology department of diffusion is released by the way of integrating environmental MVTU [3] and developed software in C# environment.

In turn, the processed data is transmitting to the level of production analysis MES level – the level of production management.

Processed information systems through APIs Excel Add is arriving at the level SCADA – system (Fig. 1).

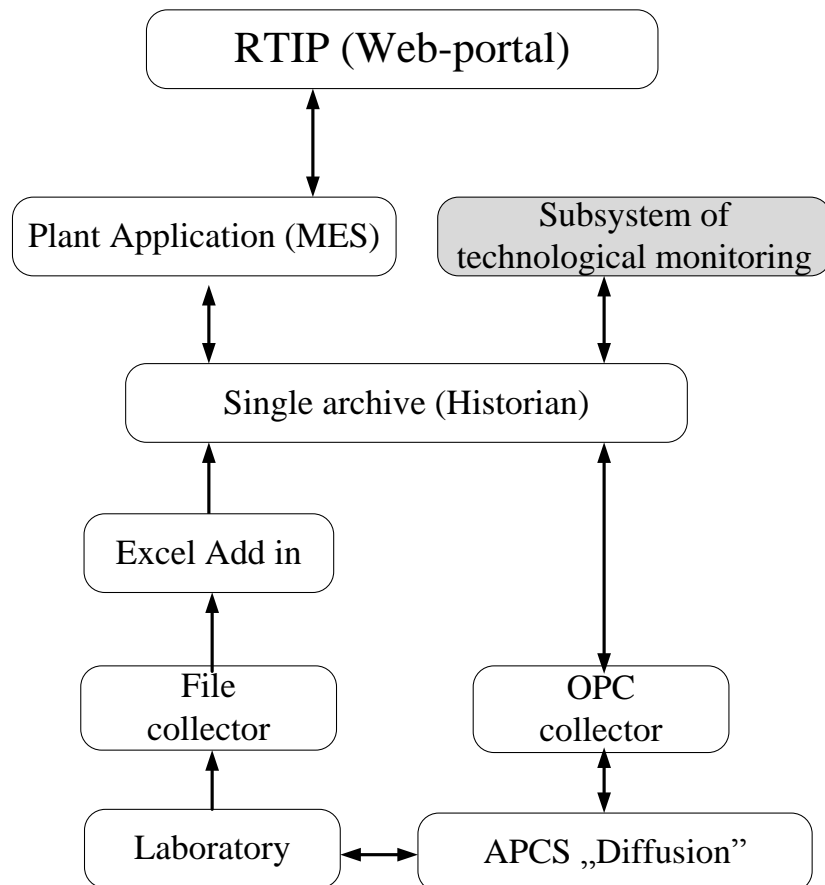


Fig.1. Integration of subsystem process monitoring in the information chain sugar production

### References

1. *Yo-Ming Hsieh, Yu-Cheng Hung* A scalable IT infrastructure for automated monitoring systems based on the distributed computing technique using simple object access protocol Web-services Automation in Construction. - Volume 18, Issue 4, July 2009, Pages 424–433
2. *Ladanyuk A.P., Reshetyuk V.M., Kishenko V.D., Smityuh Ya.V.* Innovative technologies in the management of complex objects biotech agriculture. Monograph. - K.Publisher: TSUL – 2014, 280 p.
3. *Benkovych E.S.* Practical Modeling of Dynamic Systems./ Benkovych E.S., Y.B.Kolesov – SPb.: Peterburg, 2002. – 464p.

2

СЕКЦІЯ

*ІЄРАРХІЧНІ  
СИСТЕМИ  
УПРАВЛІННЯ*

## **Механотронные системы автоматизации технологических процессов пищевых производств**

**Ю.Б. Беляев, А.И. Левченко**

*Национальный университет пищевых технологий, Украина, Киев*

Солнечная система состоит из планет, планеты – из материалов с элементами таблицы Менделеева; в микромире молекулы состоят из атомов и ионов, атомы – из протонов и нейтронов, а последние – из мельчайших частиц, в технике продукт переработки сырья складывается из разного рода материалов в твёрдом, жидком, газообразном или плазменном состоянии, покупных комплектующих, сборочных единиц (узлов) и деталей [1].

В современных подходах к созданию эффективных технологических процессов и систем управления с использованием оборудования, превалирует *меха(но)троника* (mechatronics) – «наука про всё» – органично-синергетическое сочетание разных типов механизмов и «искусственного интеллекта» на основе развивающейся микроэлектроники и информационных технологий [2].

Бытовые и производственные «умные» машины-автоматы с механизмами и регулирующими органами созданы на принципах механотронного подхода: компьютеры, стиральные и посудомоечные машины, манипуляторы и роботизированные комплексы в различных отраслях промышленности.

Особое значение такого экономически выгодного подхода присуще производству как пищевых, так и фармацевтических продуктов большого и малого ассортимента тиража, цехами, заводами, корпорациями.

Автоматизированные поточные линии выпуска пищевой продукции, логистика и комплексы складирования, транспортировки и хранения, аппаратно-машинные программируемые агрегаты требуют модернизации и обновления производства сахара, спирта, хлеба, мучных изделий, разнородных конфет, напитков, рыбной продукции, мясных и овощных консервов и т.п.

Например, обычная автоматизированная поточная линия, состоящая из традиционной машины-автомата расфасовки жидкого или густого молочного продукта вместе с параллельной операцией – подачей стеклянной или пластиковой тары, решает задачу выпуска потребительской продукции.

*Вывод:* активное взаимное обогащение новыми достижениями и знаниями множества отраслей науки группами специалистов (технологов, механиков, электроников, программистов) ведёт к экономическому подъёму отечественной перерабатывающей отрасли промышленности.

### **Литература**

1. *Губарев А.П.* Механотроника: от структуры системы к алгоритму управления: Учеб. пос. /А.П. Губарев, О.В. Левченко // К.: НТУУ«КПИ», 2007. – 180 с.
2. *Пашков Е.В.* Электро-пневмоавтоматика в производственных процессах, 2-е издание, Учеб. пос. / Е.В. Пашков, Ю.А. Осинский, А.А.Четвёркин // Севастополь СевНТУ,2003.– 496 с.

## Проектування адаптивної нечіткої системи управління сушильною установкою

Е.Є. Герман, І.Г. Лисаченко

Національний технічний університет "ХПІ"

Синтез промислових систем автоматичного управління, здебільшого є дуже складним та трудомістким процесом, що викликано насамперед нелінійністю процесів, які протікають як в просторі так і за часом. Зокрема це стосується барабанних сушильних установок (БСУ), які призначені для сушіння сипучих матеріалів топковим газами або підігрітим повітрям конвективним протиточним способом. Система БСУ містить в собі засоби автоматичного контролю та управління температурою, подачі та видачі фракції, обертання барабанної сушарки та подачі палива для підтримки температурного режиму.

Одним із шляхів вирішення задачі управління БСУ з метою підвищення якості технологічних характеристик є використання в системі управління контролерів, що працюють за принципами нечіткої логіки та теорії нечітких множин, які успішно підтвердили свою практичну доцільність [1].

У доповіді представлено розробка моделі самоналагоджувального НЛК, який буде адаптуватись до змін процесу і на виході системи отримувати стійкий сигнал та порівняння двох систем управління, побудованої на основі нечіткого ПД-контролері з самоналаштуванням в контурі із зворотним зв'язком та системи, що НПДК з самоналаштуванням в замкнутому і розімкненому контурах.

З проведеного аналізу попередніх праць було запропоновано розробити модель системи управління БСУ яка використовуватиме нечіткий логічний контролер ПІ-типу з самоналаштуванням (СННПІК). За основу була взята модель системи управління, яка була описана в роботі Муді и Пала [2]. Базова ідея їх досліджень була в тому, що досвідчена людина-оператор завжди намагається керувати вхідним сигналом процесі (виходом контролера) шляхом зміни коефіцієнтів (як правило  $e$  і  $\Delta e$ ) за для отримання оптимальної керованості процесу. Тому було запропоновано використовувати тільки налаштування вихідного масштабного коефіцієнту (КМ), як найбільш впливового.

Нечіткий контролер в системі управління БСУ налаштовується динамічно, налаштовуючи свій вихід КМ в кожен момент вимірювання (такт часу) шляхом оновлення множника  $\alpha$ . Значення  $\alpha$  розраховується за допомогою нечіткої бази правил, в залежності від показників  $e$  і  $\Delta e$ . Блок-схема такого контролера представлена на рис. 1.

Вихідний КМ контролера змінюється за допомогою механізму самоналаштування. Функції приналежності для входу контролера (тобто  $e$  і  $\Delta e$ ) і інкрементне змінення на виході контролера (тобто  $\Delta u$ ) визначені в загальній нормованій області  $[-1,1]$ , тоді як ФП для  $\alpha$  визначені в нормованій області  $[0,1]$ .

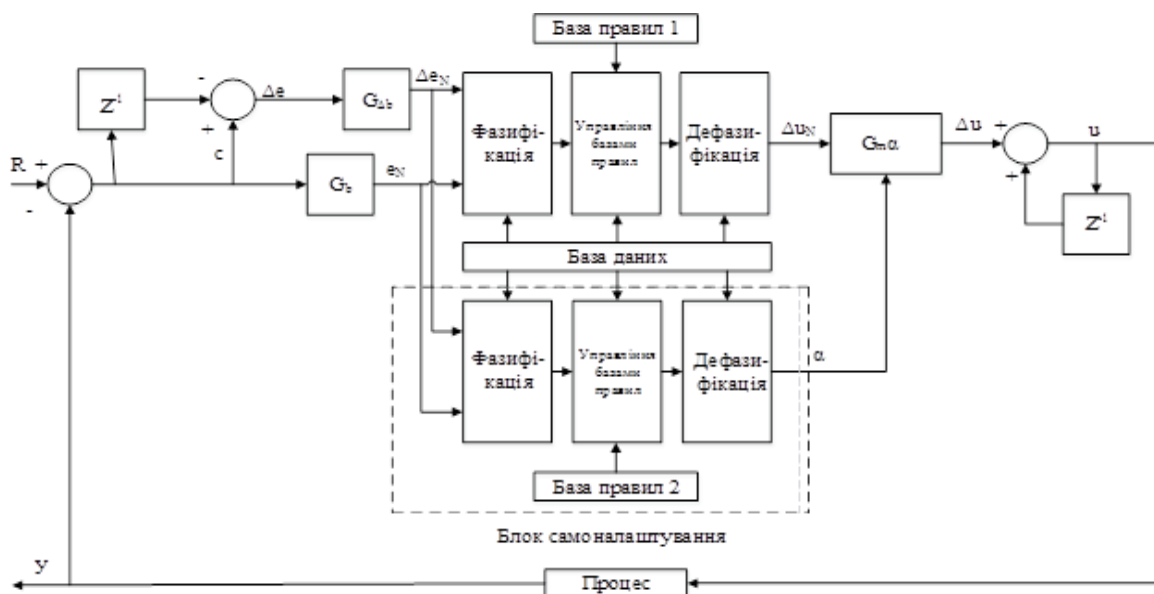


Рис. 1. Нечіткий ПІ контролер з самоналаштуванням (СННПК)

Для зменшення складності обчислень керуючих впливів НПДК пропонується використовувати невелику кількість нечітких змінних [3]. Таким чином для  $e$  і  $\Delta e$  та  $\Delta u$  пропонується використовувати тільки три нечіткі змінні:  $\{N, Z, P\}$ , які відповідають множині нечітких значень функцій приналежності – “негативний”, “біля нуля” та “позитивний”, відповідно, (рис. 2а). А для  $\alpha$  – дві:  $\{Z, P\}$ , які представлені на рис. 2б.

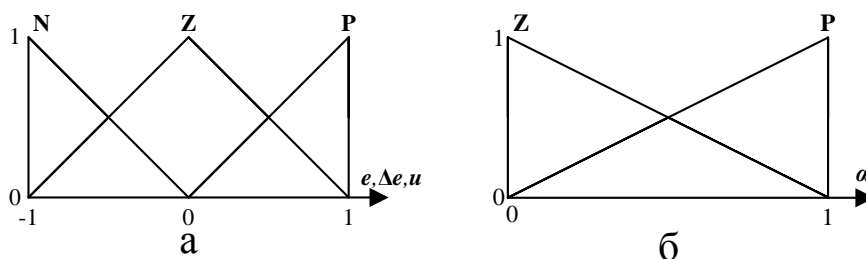


Рис. 2. Функції приналежності.

У підсумку проведених досліджень було показано що запропонована система управління БСУ с використанням адаптивного НЛК дає якісно кращі результати, ніж система з класичним ПІД контролером. Особливо це стосується коли ступінчасте обурення йде по каналу вологості твердих фракцій, однак його ефективність незначно знижується в присутності вторинних збурень.

### Література

1. Герман Э.Е. Современное состояние и перспективы развития систем нечеткого управления / Э.Е. Герман // Вісник НТУ “ХПІ”. – 2008. – №57. – С.37–44.
2. Mudi R.K. A robust self-tuning scheme for PI and PD type fuzzy controllers / Mudi R.K., Pal N.R. // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – 1999. – Vol. 7. –P 2-16.
3. Герман Э.Е. Оптимизация параметров нечетких ПИД контроллеров / Э.Е. Герман, Л.В. Дербунувич // Вісник НТУ “ХПІ”. Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Автоматика та приладобудування. – 2007. – № 36 – С. 3–8.

## Лабораторная информационная менеджмент-система I-LDS

С.Н. Евтушенко

*ДП «ИндаСофт-Украина»*

Лабораторная информационная менеджмент-система I-LDS предназначена для автоматизации управления, обработки и хранения информации о работе лаборатории на предприятии.

Система I-LDS повышает эффективность выполнения функций, востребованных на предприятии, позволяет специалистам завода и потребителям производимой продукции быть уверенными в соблюдении контроля качества на всех этапах производства. Являясь источником данных о качественных, количественных результатах испытаний и характеристиках объектов контроля, данная система предоставляет возможность в режиме реального времени интегрировать данные в диспетчерские системы и системы планирования ресурсов предприятия.

Лабораторно-информационная система I-LDS является информационным ядром контроля качества:

- позволяет улучшить контроль качества, обеспечивая единообразие выполнения функций сотрудниками лабораторий;
- гарантирует своевременное предоставление руководству корректной информации о качестве работы лаборатории, получение в режиме реального времени интегрированных данных в диспетчерские системы и системы планирования ресурсов предприятия;
- повышает эффективность работы сотрудников лабораторий, оптимизирует бизнес-процессы лабораторий за счет планирования ее деятельности и рационального использования ресурсов (персонала, приборов, оборудования, реагентов и стандартных образцов);
- сокращает время выполнения испытаний, автоматизируя расчет методик измерения, формирование отчетности и составление документов о качестве.

Первоочередными задачами при внедрении лабораторно-информационной системы I-LDS, позволяющими малыми затратами ресурсов и времени произвести качественную автоматизацию лабораторных испытаний, являются:

- регистрация и идентификация образцов, поступающих в лабораторию;
- автоматизация расчетов на основе методик выполнения измерений;
- экспорт данных с измерительного оборудования о результатах испытаний;
- обработка результатов испытаний;
- выдача результатов испытаний.

Одновременно с решением первоочередных задач создаются условия для дальнейшей автоматизации бизнес-процессов лаборатории, таких как: внутрилабораторный контроль; управление персоналом; управление оборудованием; управление реактивами, материалами и стандартными образцами; учет нормативной документации.

Завершающим этапом работ является внедрение аналитической

системы.

Лабораторно-информационная система – это не только автоматизация повседневной работы лаборатории, но и поддержка производства, системы качества, взаимоотношений с регулирующими организациями, поставщиками. Аналитическая система I-LDS позволяет интегрироваться с различными корпоративными системами (MES, ERP) в реальном времени. Интеграция данных предоставляет возможность проводить совместный анализ зависимостей качества продукции от технологических режимов, сырья от поставщика, качества товарной продукции от рецепта смешения, претензий покупателей по партиям.

Система представляет собой распределенное приложение. Для хранения нормативно-справочной информации и метаданных используется Microsoft SQL Server. Результаты лабораторных исследований сохраняются также в Microsoft SQL Server, но могут быть параллельно сохранены и на сервере данных реального времени. В настоящий момент поддерживаются серверы: PI System компании OSISoft, Profisy Historian компании GE Intelligent Platforms.

В состав I-LDS входят три клиентских приложения: АРМ-инженера, АРМ-лаборанта и АРМ-просмотра.

Приложение АРМ инженера предназначено для администрирования, конфигурирования и аудита системы.

Приложение АРМ лаборанта предназначено для автоматизации работы лаборанта и выполнения функций, требуемых для успешной эксплуатации модулей системы I-LDS.

Приложение АРМ просмотра предназначено для отображения информации о результатах проведенных испытаний всем заинтересованным специалистам предприятия. Функциональность каждого из приложений может быть настроена индивидуально под требования специалистов путем динамического подключения внешних модулей расширения функционала приложения: специализированных библиотек алгоритмов для обработки результатов испытаний; интерфейсов для получения данных с лабораторного оборудования; функциональных модулей расширения.

Система I-LDS позволяет автоматизировать все стадии производства – от поступления сырья до получения товарной продукции. Исполнение всех стадий контроля в ЛИМС I-LDS (входной контроль, операционный, производственный, технологический контроль, контроль качества товарной продукции, а также экологический контроль, контроль физических факторов) позволяет:

- оптимизировать управление лабораторной информацией, сделать ее более прозрачной для дальнейшего использования в принятии управленческих решений;
- снизить риски и связанные с ними возможные убытки, в т.ч. экологические платежи и штрафные санкции;
- оптимизировать внутренние ресурсы, контроль их использования, а также обеспечить соответствие требованиям законодательства.

## Подходы к описанию иерархических систем

**В.А. Зольников**

*Национальный университет пищевых технологий*

В настоящее время во всех сферах человеческой деятельности, для обеспечения наилучших условий информационного обмена, принятия решений и реализации процессов мы имеем дело с многоуровневыми, иерархическими системами.

Основы математической теории иерархических систем заложены в книге М. Месаровича [1]. Свое развитие теория многоуровневых систем получила в работах [2,3], подходы к моделированию иерархических систем рассматриваются в работах [4,5], однако большинство из них предлагает в лучшем случае формальное описание процессов функционирования и анализ существующих практик, но стройной теории, объясняющей закономерности функционирования иерархических систем не создано.

В основе создания математических моделей многоуровневых систем лежит математический аппарат формализации основных иерархических понятий, базирующийся на представлении функциональной системы в виде отображения абстрактного множества входов  $X$  на абстрактное множество выходов  $Y$  ( $S: X \rightarrow Y$ ), что позволяет на базе понятий теории множеств формально описать различные виды иерархий.

Применительно к системам автоматизации производства понятие "иерархия" применяется для качественного описания процессов, происходящих в производственной системе. Иерархический принцип управления в технике – это принцип построения многоступенчатых систем, при котором функции управления распределяются между соподчиненными частями системы.

Примером иерархической системы может служить система управления любого крупного автоматизированного промышленного комплекса, которая должна выполнять три основные функции: планирование производства; составление рабочих заданий и координацию работ; управление технологическими процессами.

Для классификации иерархий введены понятия уровней: уровень описания, или абстрагирования; уровень принимаемого решения и организационный уровень. Их обозначают соответствующими терминами – "страта", "слой" и "эшелон".

Модель автоматизированного промышленного комплекса может быть представлена на трех стратах: физические процессы обработки материалов и преобразования энергии; управление и обработка информации; экономика производства с точки зрения его производительности и прибыльности.

На каждой из страт мы имеем дело с физическим продуктом. При этом на первой страте он рассматривается в качестве физического объекта обработки, на второй – в качестве объекта управления, а на третьей – в качестве товара.

Другое понятие иерархии относится к процессам принятия решений. При



принятии решений в сложных ситуациях, сложная проблема разбивается на семейство последовательно расположенных более простых проблем, так что решение всех подпроблем позволяет решить и исходную проблему. Такая иерархия называется *иерархией слоев*, а вся система – *многослойной системой*.

Для эффективного использования многоуровневой структуры существенно, чтобы элементам принятия решения была предоставлена некоторая свобода действий.

Примером такой иерархии применительно к системам автоматизации является функциональная иерархия управления, состоящая из трех слоев: слоя выбора, предназначенного для выбора способа действия на основе внешних данных и управления вышестоящих слоев; слоя адаптации, конкретизирующего множество неопределенностей, с которыми имеет дело слой выбора; слоя самоорганизации, который выбирает структуру, функции и стратегии, используемые на нижестоящих слоях.

Третье понятие иерархии подразумевает, что:

- 1) система состоит из семейства четко выделенных взаимодействующих подсистем;
- 2) некоторые из подсистем являются элементами, принимающими решения (решающими);
- 3) решающие элементы располагаются иерархически (то есть некоторые из них находятся под влиянием или управляются другими решающими элементами).

В такой системе уровень называется *эшелон*. А сама система – *многоэшелонной или многоцелевой*.

Каждое из рассмотренных понятий имеют свою область применения: концепция страт введена для целей моделирования, концепция слоев – для вертикальной декомпозиции решаемой проблемы на подпроблемы, концепция эшелонов – для отражения взаимной связи между образующими систему элементами принятия решения. Однако при формальном (математическом) описании многоуровневых систем используются все три концепции.

### **Литература**

1. *Месарович М.*, Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такаха. – М: Мир, 1973.
2. *Плотников В. Н.* Задачи принятия решений и их применение в иерархических системах управления / В. Н. Плотников, В. Ю. Зверев. – М.: Изд-во МГТУ, 1990.
3. *Угольницкий Г. А.* Линейная теория иерархических систем / Г. А. Угольницкий. – М.: Препринт. Института системного анализа РАН, 1996.
4. *Губко М. В.* Математические модели оптимизации иерархических структур / М. В. Губко. – М.: ЛЕНАНД/URSS, 2006.
5. Развитие и динамика иерархических (многоуровневых) систем (Теоретические и прикладные аспекты): Научные труды и материалы Всероссийской научно-прикладной конференции (Казань, КГПУ 21–22 ноября 2003 г.), Казань: ООО «Волга Пресс», 2003.

## Генетичний алгоритм розв'язання задачі розбиття множини на декілька підмножин

**Р.І. Кальницький, О.Г. Жданова**

*Національний технічний університет України «КПІ»*

Проблеми прийняття оптимальних рішень, які виникають в різних сферах, часто можуть бути сформульованими як задачі дискретної оптимізації. Серед таких задач особливе місце займають задачі класу NP – задачі, для яких не відомі поліноміальні алгоритми розв'язання. У таких випадках досить гарні результати дає використання метаевристичних алгоритмів, зокрема генетичних [1]. Хоча самі генетичні алгоритми за рахунок своєї стохастичності не гарантують отримання оптимального розв'язку за скінченний час [2], але вони потребують менших затрат пам'яті та часу на обробку великих масивів інформації на відміну від алгоритмів направленої перебору (динамічного програмування, гілок та меж тощо).

Ідея алгоритму, представленого у цій роботі, з'явилась під час розробки генетичного алгоритму для розв'язання задачі розбиття множини на декілька підмножин [3] («Задача про камені») та пошуку такої його модифікації, яка б дозволила підвищити ефективність алгоритму. Спочатку був використаний стандартний генетичний алгоритм (СГА), але ні він, ні додавання до нього етапу локального пошуку, не дали бажаних результатів.

Застосування СГА спричиняє заповнення популяції розв'язками із локальних оптимумів. Враховуючи особливість послідовності кроків алгоритму, імовірність «застрягнути» в локальному оптимумі при заповненні популяції дуже подібними особинами достатньо велика, оскільки, окрім звичайного механізму мутації, алгоритм не передбачає способів отримати новий розв'язок, який би кардинально б відрізнявся від вже існуючих.

При спробі розв'язання цієї проблеми був реалізований видозмінений механізм мутації: одна мутація (для всієї хромосоми) відбувається обов'язково, але при цьому може мати місце поява інших. При цьому ймовірність виникнення додаткових мутацій  $p_{extra}$  повинна враховувати ступінь подібності

батьківських хромосом  $S$  ( $S \in [0;1]$ ): 
$$p_{extra} = \frac{e^{\ln 11 \cdot S} - 1}{20}$$
. Таким чином, нащадок

від абсолютно однакових батьків ( $S=1$ ) із імовірністю 0.5 отримає більше однієї мутації. Але розроблений прийом виявився не достатньо дієвим: більшість отриманих розв'язків по факту були дещо гіршими від тих, що входили у популяцію (хоча при цьому в перспективі могли призвести до отримання оптимальної хромосоми), через що і не могли пройти природній відбір. Саме вирішення цієї проблеми (звільнення місця для альтернативних розв'язків при заповненні популяції однотипними хромосомами) і стало основною причиною створення нового генетичного алгоритму – генетичного алгоритму із кровною чисткою (ГАКЧ).

До класичного алгоритму перед етапом природного відбору додається ще

один крок – *кровна чистка*. За допомогою формули (2) обчислюється кількість особин, що будуть силоміць видалені із основної популяції:

$$D_q = \left\lceil \left[ \frac{\text{erf}((S_T - 0.75) * 15) + 1}{4} * n \right] \right\rceil, \quad (2)$$

де  $S_T$  - величина, що характеризує загальний рівень подібності особин у популяції ( $S_T \in [0;1]$ );  $n$  - величина популяції.

Індекс особини, що буде «вчищена» з популяції, визначається за допомогою співвідношення:

$$I_{bc} = \left\lfloor -0.1 \cdot e^{\ln(1+p_i-1)} \cdot n + p_2 - 0.5 \right\rfloor, \quad (3)$$

де  $n$  - величина популяції;  $p_i$  - випадкові числа, що рівномірно розподілені на проміжку  $[0;1]$  ( $i = \overline{1,2}$ ).

При цьому вважається, що менш пристосовані особини мають вищий індекс у популяції. Одночасне використання усіх наведених вище модифікацій і формує новий алгоритм.

Для перевірки ефективності алгоритму було згенеровано серії задач із усіма можливими переборами варіантів величини оптимуму (11, 101, 1001, 10001) та кількістю множин (10, 100, 1000) по 10 у кожній серії. Для порівняння було вирішено використати стандартний генетичний алгоритм із використанням локального пошуку. Результати продемонстровано на рис. 1.

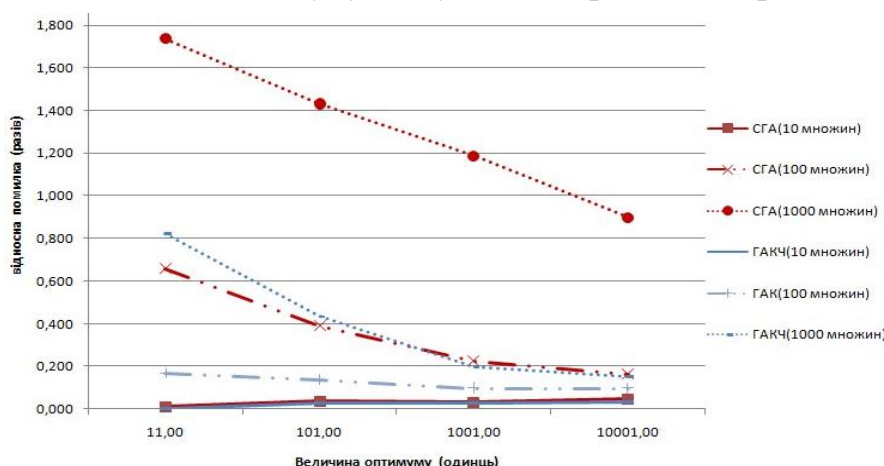


Рис. 1. Графік результатів роботи СГА з локальним пошуком та ГАКЧ

Таким чином, ГАКЧ дає кращі результати при будь-яких комбінаціях параметрів задачі. З ростом варіативності алелі точність розробленого алгоритму в разі перевищує стандартний.

### Література

1. Jones M. T. AI Application Programming/ M.T. Jones – Н.: CHARLES RIVER MEDIA, INC., 2004. – 312 с.
2. Holland J.H. Adaptation in Natural and Artificial Systems/ J.H. Holland. – A Bradford Book, 1992. – 211с.
3. Обзор методов разработки алгоритмов [Електронний ресурс] //Режим доступу: <http://pmik.petrus.ru/pub/docs/algol.pdf>

## **Разработка компьютерно-интегрированных систем управления для систем жизнеобеспечения зданий**

**Д. А. Ковалёв**

*Харьковский национальный университет городского хозяйства  
имени А.Н.Бекетова*

Энергосбережение в системах жизнеобеспечения зданий является комплексной проблемой общемирового масштаба, направленной на повышение эффективности использования существующих ресурсов и, учитывая зарубежный опыт, применения альтернативных источников тепловой энергии для экономии материально-энергетических ресурсов в условиях их дефицита.

Повышение эффективности эксплуатации инженерных систем жизнеобеспечения зданий представляет собой актуальную научно-техническую проблему Украины и ряда стран по обеспечению потребителей тепловой энергией с требуемыми параметрами, практическое решение которой зависит от многих факторов, среди которых как реконструкция и модернизация технологических объектов управления, совершенствование структуры и технической реализации систем автоматизации, так и разработка с применением математических моделей новых компьютерно-интегрированных систем управления (КИСУ) параметрами технологических процессов и их реализация. В результате проведенных исследований по энергосбережению в системах жизнеобеспечения зданий, с учетом зарубежных тенденций применения альтернативных источников тепловой энергии для экономии материально-энергетических ресурсов в условиях их дефицита, разработаны функциональные схемы технологических процессов (ФС ТП) традиционных (модернизация и внедрение) и альтернативных (разработка и внедрение) систем теплоснабжения.

1. Разработан фрагмент ФС КИСУ ТП модернизируемого индивидуального теплового пункта с системами отопления и горячего водоснабжения способствующий повышению эффективности энергосбережения тепловой энергии этого дома на 35%, созданию комфортных условий в помещениях здания, ежемесячному учету фактически потребляемой тепловой энергии, стимулирующему своевременную ее оплату жильцами;

2. Разработан фрагмент ФС КИСУ ТП альтернативной системы солнечных коллекторов для системы кондиционирования воздуха с рециркуляцией способствующий созданию комфортных условий в помещениях здания, экономии энергоресурсов на 15-20% и повышению энергоэффективности исследуемых систем жизнеобеспечения зданий;

3. Разработан фрагмент ФС КИСУ ТП альтернативной системы получения и использования геотермальной энергии для четырех циклов теплообмена способствующий созданию комфортных условий в помещениях здания, экономии энергоресурсов на 15-20% и повышению энергоэффективности исследуемых систем жизнеобеспечения зданий.

**Інтелектуальне управління складними технологічними об'єктами****О.В. Крохін, Я.В. Смітюх***Національний університет харчових технологій*

Складні технологічні об'єкти є багатомірними та багатозв'язними динамічними системами, які потребують використання інтелектуальних механізмів в формуванні керуючих дій. Одним з таких механізмів є апарат нечіткої логіки, який базується на продукційній моделі знань і дозволяє гнучко формувати стратегію управління та послідовність керуючих дій. Такий підхід дозволить реалізувати ефективний алгоритм управління, що може бути спрямований на всебічний розгляд можливих ситуацій та усунення їх вирішення.

Одним із таких об'єктів є трьохколонна брагоректифікаційна установка непрямої дії, що широко використовується на діючих спиртових заводах. Це складний об'єкт, що характеризується багатомірністю, багатозв'язністю та нестационарністю і розглядається як об'єкт з послідовно-паралельною структурою. Кожна з колон характеризується складними масообмінними, теплообмінними та гідродинамічними процесами.

Стан процесів характеризується трьома полями: полем концентрації, полем температури і полем тиску. Тобто процеси в колонах брагоректифікаційної установки є процесами багатокомпонентної ректифікації. Властивість багатозв'язності проявляється в складному взаємозв'язку управляючих параметрів та вихідних змінних стану. Підтримка необхідних режимів роботи потребує врахування узгодженості управління регулюєними змінними, оскільки зміна однієї вхідної змінної в більшості випадків приводить до зміни всіх або декількох вихідних змінних.

Така властивість відносить брагоректифікаційну установку до класу багатозв'язних об'єктів управління. Виходячи з вказаної властивості при синтезі системи управління необхідно врахувати можливість виділення ведучих керуючих змінних технологічного процесу ректифікації спирту (параметрів порядку). Процес приготування спирту піддається дії контрольованих та неконтрольованих збурень зі сторони сировини, що надходить, енергоресурсів, температури в колонах і т. п. Це створює суттєві проблем при підтримці заданих режимів.

Визначення джерела збурень часто займає значний відрізок часу та спряжено з аналізом виробничої ситуації. Властивість стаціонарності брагоректифікаційної установки як складного об'єкту управління, має відносний характер. В цілому її слід віднести до нестационарних.

Управління такою установкою вимагає всестороннього розгляду можливих підходів формування самоорганізаційних структур з урахуванням ризику та невизначеності.

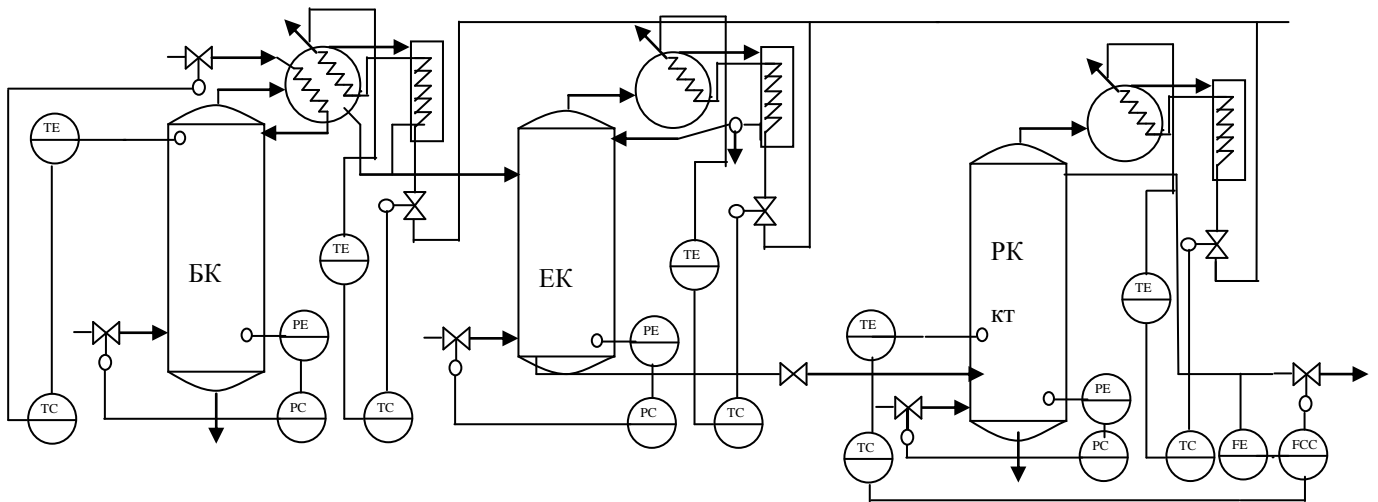


Рис 1. Схема автоматизації БРУ систем першого типу

Важливим чинником формування стратегії управління з урахуванням ситуаційної невизначеності є включення механізмів синтезу управляючих сценаріїв поведінки параметрів брагоректифікації. Врахування такого роду характеру поведінки процесів брагоректифікації дозволяє побудувати множину стратегічних сценаріїв управління. Розглядається система моделей, що описує процеси зміни параметрів та умов функціонування, дискретно фіксуючи принципи з точки зору розробника моменти переходу на новий якісний рівень функціонування та режимів роботи. Формування сценарію управління БРУ будується на суб'єктивно- об'єктивній схемі, яка застосовується в процесі аналізу та прийняття рішень.

Вирішення даної задачі передбачає здійснення експертного аналізу із залученням інформації що отримано від фахівців з предметної області це в свою чергу підкреслює фактичну значимість створюваних алгоритмів керування та ефективності використання системи в якості основного вирішувача ситуації які виникають в поведінці об'єктів управління.

Таким чином розглянуті підходи дозволяють перейти на новий якісний рівень управління складним технологічним об'єктом харчової промисловості.

#### Література

1. *Бурдо О.Г.* Эволюция сушильных установок: монография / О.Г. Бурдо. – Одесса: "Полиграф", 2010.– 368 с.
2. *Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М.* Генетические алгоритмы. - Москва, Физматлит, 2006, 320 с.
3. *Ротштейн А.П.* Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети / А.П. Ротштейн. – Винница.: Универсум - Винница, 1999. – 320 с.
4. *Fleming P. J., Purshouse R. C.* Genetic algorithms in control systems engineering. - IFAC Professional Brief. - <http://www.ifac-control.org>.

## Економічне обґрунтування застосування робототехнічного комплексу в теплиці

Лисенко В. П., Лендел Т. І.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Спостереження за розвитком рослин і їх реакцією на дію мікрокліматичних збурень дає можливість накопичувати знання про рослини і створює передумови для прогнозування подальшого її розвитку та оцінки врожайності [1].

**Мета дослідження.** Обґрунтувати застосування для фітомоніторингу рослин у спорудах закритого ґрунту робототехнічного комплексу та визначити економічно доцільну площу теплиці для його використання.

**Результати досліджень.** Доцільність застосування робототехнічного комплексу визначено використавши метод лінійного програмування: він описує відповідний процес неперервного виробництва і дає можливість визначити при яких умовах досягатиметься максимальний або мінімальний прибуток від впровадження мобільного робототехнічного комплексу.

Для визначення площі теплиці, з якої економічно доцільно використовувати мобільного робота, використаємо цільову функцію, при відповідних обмеженнях. Цільова функція має вигляд:

$$\Delta W \cdot B + \Delta P \cdot C \cdot S \rightarrow \max. \quad (1)$$

де  $\Delta W$  – економія електроенергії за рахунок впровадження робототехнічного комплексу;  $B$  – діючий тариф на електроенергію для сільськогосподарських виробників ( $B=0,96$  грн/1 кВт·год);  $\Delta P$  – додатковий врожай з 1 м<sup>2</sup> площі теплиці за результатами виробничих випробувань, кг ( $\Delta P = 0,084$  кг/м<sup>2</sup>);  $C$  – ціна за 1 кг продукції (20 грн/кг);  $S$  – площа на якій вирощуються рослини, м<sup>2</sup>.

При цьому введені наступні обмеження по площі теплиці і кількості електроенергії, що економиться за рахунок впровадження мобільного робототехнічного комплексу. Обмеження виглядають:

$$\begin{cases} \Delta W \cdot B + \Delta P \cdot C \cdot S > A, \\ S > 0, \\ \Delta W \geq 0. \end{cases} \quad (2)$$

де  $A$  – амортизаційні витрати.

Задачу лінійного програмування розв'язано за допомогою графічного методу [2]. При розв'язанні будуємо прямі лінії обмежень, звідки знаходимо точки оптимального прибутку. Позначивши границі допустимих значень та за допомогою вектора-градієнта, який складається із коефіцієнтів цільової функції (0,96;1,68), вказуємо максимізацію цільової функції. Початок вектора – початок координат (0; 0), кінець – точка V (0,96; 1,68). Область допустимих значень представлена на рис. 1.

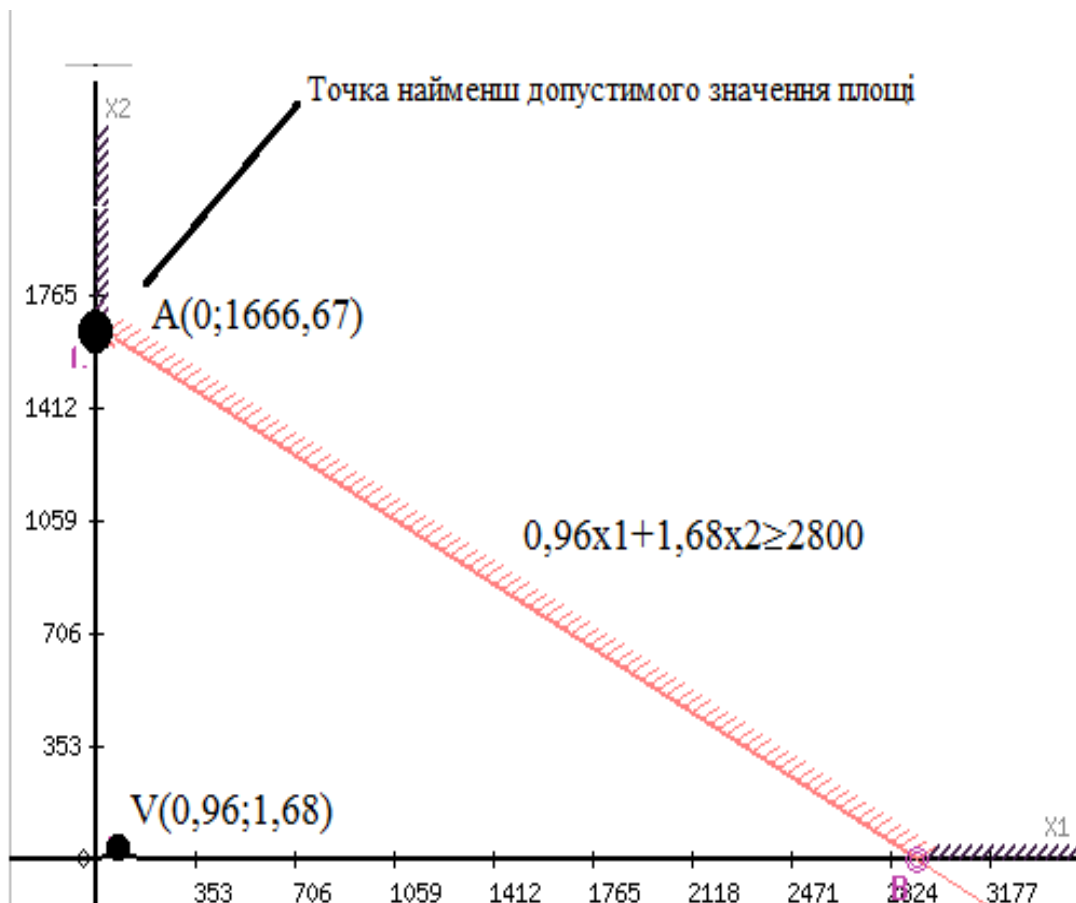


Рис. 1. Область допустимих значень

На графіку показано точку А, що вказує для якої мінімальної площі доцільно використовувати робототехнічний комплекс – від 1666,67 м<sup>2</sup>.

#### Висновки

В результаті досліджень і проведених розрахунків задач лінійного програмування визначено, що використовувати робототехнічний комплекс доцільно в теплицях площею не менше 0,166667 га.

#### Література

1. Егоров К.В. Основы теории автоматического регулирования / К.В. Егоров. – М.: Энергия, 1967.- 648 с.
2. Дудников Е.Е. Типовые задачи оперативного управления непрерывным производством / Е.Е. Дудников, Ю.М. Цодиков. – М.: Энергия, 1979. - 272 с.
3. Фитомониторинг в теплице: [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://1-vzt.ru/fitomonitoring-v-teplice-iz-polikarbonata.html>
4. Фітотемпературний критерій оцінки розвитку рослин / В.П. Лисенко, І.М. Болбот, Т.І. Лендел // Енергетика і автоматика – 2013.– №3. – С. 122 – 128.
5. Клапвайк Д. Климат теплиц и управление ростом растений / Д. Клапвайк. — М.: Колос, 1976.- 127 с.
6. Промышленная робототехника / А.В. Бабич, А.Г. Баранов, и др. Под ред. Я.А. Шифрина – М.: Машиностроение, 1982 – 415 с.
7. Державні будівельні норми України: будинки і споруди теплиці та парники. ДБН в.2.2-2-95



**Система керування складним технологічним процесом****О.М. Литвин***КМП Фирма «ЭКОТЕП»*

На більшості цукрових заводів керування дифузійною станцією відбувається з застосуванням системи автоматизації, яка побудована на базі сучасної мікропроцесорної техніки. За допомогою системи автоматизації підтримують регламентовані значення технологічних параметрів (температуру, рівень, тиск, рН, витрати та інші). Незважаючи на досить високий технічний рівень засобів автоматизації та алгоритмів управління, існуючі системи автоматизації не завжди можуть адекватно реагувати на порушення технологічного режиму. Це можна пояснити тим, що поза увагою системи автоматизації залишається цілий ряд неконтрольованих параметрів, до яких можна віднести: показники якості сировини та стружки, процеси переміщення стружки в ошпарювачі і колоні, питома завантаження апаратів та інші. Крім того порушення технологічного режиму може відбуватись через вихід з ладу або погіршення робочих характеристик технічних засобів автоматизації, електроустаткування, механічного обладнання тощо, які не розпізнані системою управління або не помічені оператором.

Саме тому невід'ємною частиною в процесі управління дифузійною станцією є оператор, який втручається в роботу системи у разі порушень технологічного режиму, з якими не може впоратись автоматизована система управління. Ефективність прийнятих ним рішень залежить від його професіоналізму, вміння швидко виявити причину порушення і виробити адекватні дії оперативного реагування.

Враховуючи складність технологічного процесу сокодобування та сезонність роботи цукрового заводу, доцільним є доповнити існуючі системи автоматизації підсистемою підтримки прийняття рішень, яка б допомагала оператору правильно оцінити ситуацію і прийняти відповідне рішення.

Проведений аналіз показує, що існуючі системи автоматизації не можуть адекватно реагувати на зміни технологічного режиму.

У процесі надходження буряка на цукровий завод сировинна лабораторія розподіляє його за показниками якості і керує процесом закладки на зберігання у різні кагати. Подавати буряк на переробку можна з будь-якого кагату в будь-якій послідовності. Виникає задача пошуку алгоритмів керування процесом подачі буряка на переробку з метою мінімізації втрат цукру під час зберігання, яку можна визначити у вигляді вирішення транспортної задачі:

**Висновок.** У роботі запропонований підхід до удосконалення систем автоматизованого управління дифузійною станцією шляхом включення до її складу підсистеми підтримки прийняття рішень, яка на основі розроблених моделей і алгоритмів, формує рекомендації оператору для прийняття ефективних управлінських рішень з метою підтримання якісних показників роботи станції.

## Розробка інтелектуальної системи управління сушінням пивоварного солоду

Д. В. Мацебула, І. В. Ельперін

*Національний університет харчових технологій*

Виробництво пивоварного солоду є складним технологічним процесом, в ході якого відбуваються слабо контрольовані фізико-хімічні та біологічні процеси.

Найбільш часто використовуваною сировиною для пивоварного солоду є ячмінь. Процес виготовлення солоду складається із наступних етапів:

1. замочування;
2. пророщування;
3. сушіння;
4. обробка;
5. зберігання.

Найважливішими і найскладнішими етапами є замочування, пророщування і сушіння солоду. Сушіння є найбільш енергозатратним етапом. На якість протікання даних процесів впливають як зовнішні управляючі дії, так і якісні показники сировини чи напівфабрикату. Структурну схему сушіння солоду як об'єкта управління наведено на Рис. 1,

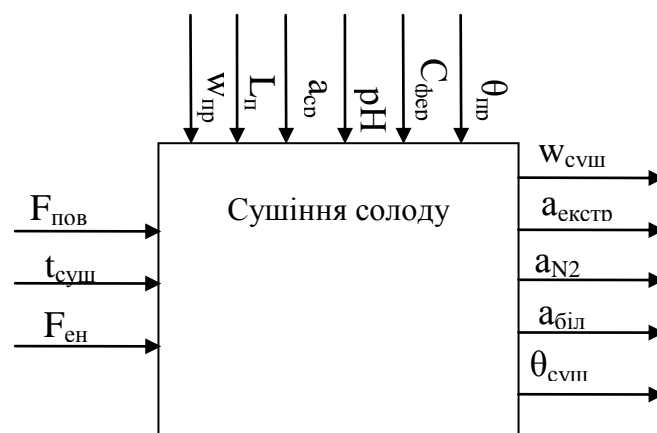


Рис. 1. Структурна схема сушарки, як об'єкта управління (ОУ)

де  $F_{\text{пов}}$  - витрата повітря,  $t_{\text{суш}}$  - тривалість сушіння,  $F_{\text{ен}}$  - витрата енергоносія,  $w_{\text{пр}}$  – вологовміст пророщеного солоду,  $L_{\text{п}}$  – довжина паростка,  $a_{\text{ср}}$  - % сухих речовин у пророщеному солоді,  $\text{pH}$  – кислотність пророщеного солоду,  $C_{\text{фер}}$  – активність ферментів у пророщеному солоді,  $\theta_{\text{пр}}$  – початкова температура солоду,  $w_{\text{суш}}$  – вологовміст сушеного солоду,  $a_{\text{екстр}}$  – частка екстракту в сушеному солоді,  $a_{\text{N}_2}$  - % розчинного азоту,  $a_{\text{біл}}$  – частка білка в сушеному солоді,  $\theta_{\text{суш}}$  – температура солоду під час сушіння.

Зерно сушиться підігрітим повітрям в три фази:

1. **фізіологічна** – фактично продовження процесу пророщування при температурі 40-45 °С, закінчується при досягненні вмісту вологи в солоді  $\leq 30\%$ ;
2. **ферментативна** – протікає при поступовому зростанні температури від 45 до 70 °С;
3. **хімічна** - протікає при поступовому зростанні температури від 70 до 105 °С.

Процеси сушіння є слабоформалізованими. Багато параметрів стану не вимірюються системою управління, а отже потребують постійної участі оператора і лабораторії. Для покращення спостережуваності ОУ, зменшення впливу людського фактора доцільно використати систему автоматичного управління з прогнозуючою моделлю, структуру якої наведено на Рис. 2.

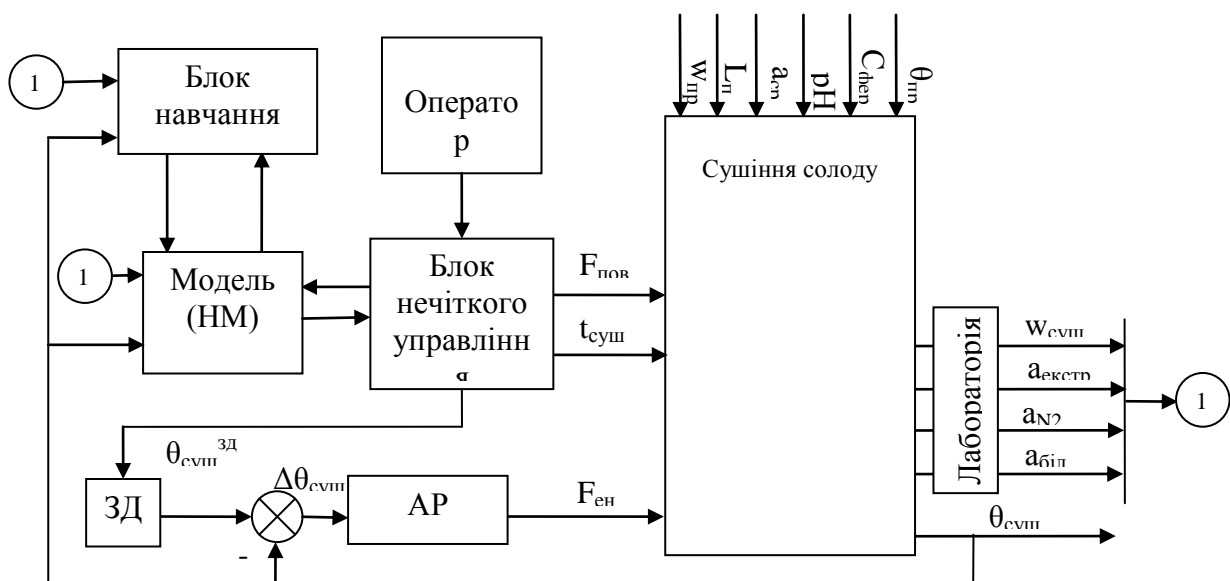


Рис. 2. Інтелектуальна система управління сушінням солоду

де  $\theta_{\text{суш}}^{\text{зд}}$  – задана температура сушіння, АР – автоматичний регулятор, ЗД – задаючий пристрій.

Наведена на рис. 2 схема є інтелектуальною системою управління з еталонною моделлю у вигляді нейронної мережі, навчання якої відбувається за рахунок неперервно-вимірюваних параметрів та даних з лабораторії. Після навчання модель подає свої дані на блок нечіткого управління, та отримує від нього значення управляючих дій, які розраховуються згідно з базою правил.

### Література

1. *Barros Vieira J. A. Comparison between artificial neural networks and neuro-fuzzy systems in modeling and control: a case study / J. A. Barros Vieira, F. M. Dias, A. M. Mota // IFAC. – 2003. – p. 1-6.*

## **Концептуальний підхід до розробки інтелектуальної інформаційної системи управління технологічним комплексом цукрового заводу**

**Т.О. Прокопенко**

*Черкаський державний технологічний університет*

Ефективне управління складним в організаційно-технологічному відношенні технологічним комплексом (ТК) цукрового заводу у ринкових умовах вимагає впровадження нових інформаційних технологій і кардинального поліпшення інформаційного забезпечення управлінської діяльності. Основними способами підвищення ефективності функціонування ТК цукрових заводів є не тільки оптимізація і модернізація виробництва, зниження виробничих втрат та технологічної витрати енергоносіїв, але й ефективній інноваційній діяльності, збільшення вірогідності і швидкості одержання інформації, необхідної для прийняття стратегічних та оперативних управлінських рішень в умовах невизначеності та ризиків.

Ефективність функціонування ТК цукрових заводів в умовах невизначеності та ризиків збільшується за рахунок:

- скорочення витрат і втрат у виробничих процесах;
- підвищення ефективності прийняття оптимальних стратегічних та оперативних рішень;
- постійному моніторингу зовнішньої та внутрішньої ситуацій;
- попередження та уникнення ризикових подій.

Розробка інтелектуальної інформаційної системи управління технологічним комплексом (ІСУТК) в галузі цукрового виробництва дає можливість вирішення динамічних проблем галузі в реальному масштабі часу, інтегрувати, поєднувати в собі точні моделі й методи пошуку рішень з логіко-лінгвістичними моделями і методами, що базуються на знаннях спеціалістів-експертів, моделях людських міркувань, неklasичних логіках і нагромадженому досвіді.

Основою пропонованого підходу до розробки ІСУТК є комплексна модель управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків [1], що дозволяє описати усі організаційні та технологічні процеси, які в ньому відбуваються, реалізуються і розвиваються у часі під впливом внутрішніх і зовнішніх змін. Пропонується концепція моделювання ТК неперервного типу і функціональних процесів в ІСУТК. При цьому процеси реалізуються у взаємозв'язку з навколишнім ринковим середовищем, виконуючи основні цілі господарської діяльності, згідно зі стратегічними планами цукрового заводу.

У концептуальній структурі ІСУТК, що пропонується в умовах невизначеності та ризиків, можна умовно виділити такі головні підсистеми:

1) традиційні для інтелектуальних систем модулі: бази даних і знань, механізму висновків, нагромадження й придбання знань, модулі пояснення та організації взаємодії із користувачем – інтерфейсів (образного, текстового, мовного, у вигляді різних графіків і діаграм) з ОПР;

2) проблемні підсистеми: модуль підтримки стратегічного управління, підтримки планування виробництва та оперативного управління; аналізатор проблемної ситуації, моделювання (імітації) проблемної ситуації, прогнозування, діагностики і своєчасного попередження;

3) підсистема інтелектуальних технологій, яка дозволяє створювати гібридні інтелектуальні системи і містить такі модулі: підсистема стратегічного управління, що базується на нечіткій логіці, підсистема оперативного управління та підсистема управління ризиками;

4) підсистема пошуку рішень, що містить як теоретико-аналітичні методи, так і евристичні методи розв'язання задач, які показали свою ефективність на практиці.

Функціонально – організаційний принцип побудови концептуальної структури передбачає, що в структурі розроблювальної ІСУТК повинні бути виділені підсистеми згідно функціональної ознаки. Їхнє об'єднання відповідно до рівнів керування виконується з урахуванням організаційної структури ТК цукрового заводу. Ця вимога відбивається в ієрархічній побудові ІС, що складається з управляючої та інтегруючої частин системи, а також набору локальних підсистем більш низьких рівнів. Останні можуть функціонувати, обслуговуючи окремі структурні ланки об'єднання (заводи, лабораторії, і т.п.). Керуюча ж частина системи складається з підсистем, здатних функціонувати тільки спільно (бухгалтерія, планово-економічна служба, служба матеріально-технічного забезпечення й ін.).

Для ТК цукрових заводів в умовах невизначеності та ризиків доцільне впровадження єдиної інформаційної системи управління ТК, що здійснює, з одного боку, автоматизований збір, збереження, верифікацію даних систем "нижнього рівня" та, з іншого боку, що забезпечує їхній доступ у корпоративну інформаційну систему. Незважаючи на істотно різні моделі впровадження систем, у кожному з проектів у тому чи іншому ступені виявлялася необхідність в оперативному наданні в ІС техніко-економічних даних, що одержуються з автоматизованих систем управління технологічними установками.

Запропонована ІСУТК дає можливість рішення ряду задач стратегічного та оперативного управління в умовах невизначеності та ризиків, таких, як: стратегічний аналіз ринку та оцінки становища цукрового заводу на ньому, вибір стратегічних рішень щодо впровадження нових технологій і вдосконаленню організації виробництва і управління, ефективності використання матеріальних, трудових і фінансових ресурсів, отримання адекватних прогнозних даних попиту покупців на різних ринках збуту, тощо.

### **Література**

1. *Прокопенко Т.О.* Методологічні основи управління технологічними комплексами в умовах невизначеності./ Т.О. Прокопенко // Технологический аудит и резервы производства. – 2013. - №6/4 (14). – С.27 – 29.

2. *Ладанюк А.П.* Ситуационное координирование подсистем технологических комплексов непрерывного типа [Текст] / А.П. Ладанюк, Д.А.Шумигай, Р.О. Бойко // Проблемы управления и информатики. – 2013. - №4. – С. 117 – 122.

## Розробка структури бази прецедентів для системи підтримки та прийняття рішень на основі прецедентного підходу

Є.С. Проскурка

Національний університет харчових технологій

При управлінні технологічним комплексом за допомогою системи підтримки та прийняття рішень на основі прецедентного підходу необхідна база прецедентів. Для створення бази прецедентів необхідно визначитися з її структурою. Пропонується наступна структура бази прецедентів та прецедентів в ній, що зображена на Рис. 1 [1].



Рис. 1. Структура бази прецедентів та прецеденту.

База прецедентів (БП) складається з таких компонентів: параметри БП вміщують параметри, що описують прецеденти; настройка БП описує критерії пошуку параметрів та їх вагу; прецеденти з яких складається база прецедентів.

Кожен прецедент (П) складається з параметрів для опису події, прогнозу розвитку події без втручання оператора та рекомендації оператору для виходу з цієї події.

### Література

1. *Варшавский П.Р.* Реализация метода правдоподобных рассуждений на основе прецедентов для интеллектуальных систем поддержки принятия решений [Текст] / П.Р. Варшавский // Труды десятой национальной конференции по ИИ с международным участием КИИ-2006. В 3-х т. Т.1. – М.: Физматлит. 2006. – С. 303-311.

## Штучна нейронна мережа для систем управління технологічними комплексами

М.С. Рачіпа

*Національний університет харчових технологій*

Технологічні комплекси (ТК) неперервного типу функціонують в умовах невизначеності в різних галузях промисловості, зокрема харчовій, переробній хімічній тощо. ТК характеризуються високим рівнем невизначеностей, є нелінійними, нестационарними та багатовимірними. ТК складаються з багатьох підсистем, кожна з яких характеризується своїми математичними моделями, критеріями управління та режимом функціонування.

Розробка штучних нейронних мереж для ТК реалізують принцип розподіленого управління, що дозволяють підвищити ефективність їх функціонування [1].

Розглядаємо ТК цукрового заводу яка представлена прямими та зворотніми зв'язками енергетичними, матеріальними, інформаційними. ТК цукрового заводу складається з підсистем з власними системами автоматизації, які взаємодіють з координаторами. [2]

Нейронна мережа для ТК комплексу повинна бути з максимальною автоматизацією та здатністю до самонавчання це визначено складністю та кваліфікацією користувача. Якість навчання нейронної мережі напряму залежить від кількості прикладів в навчальній виборці, а також від того, наскільки повно ці приклади описують дану задачу. [3]

Використання нейронних мереж дозволить адекватно відобразити залежності між параметрами, визначаючими якість вихідного продукту, вплив основних факторів на показники якості, спрогнозувати показники якості на кожній технологічній операції, що забезпечить додаткову можливість для управління процесом.[4]

### Література

1. *Ладанюк, А.П.* Системний аналіз складних систем управління / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко та ін. К.: НУХТ, 2013. – 274 с.
2. *Шумигай, Д.М.* Автоматизація процесів координації підсистем технологічного комплексу цукрового заводу: автореф. дис. ... канд. тех. наук / Шумигай Д.М.; НУХТ – К., 2014. – 22 с
3. *Крапухин, Н.В.* Методы искусственного интеллекта в задачах оперативного управления и оптимизации сложных технологических комплексов. / Н.В. Крапухина, К.М. Пастухова, П.А. Свиридов . – 2003. – №3. – С. 21- 24.
4. *Пантюхин, О.В.* Процедура построение искусственной нейросети для прогнозирования качества изделий автоматизированных производств / О.В. Пантюхин. // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2013. -№1. - С 157-159.

**Система управління динамічно змінюваним технологічним середовищем****В.М. Сідлецький***Національний університет харчових технологій*

Вилучення цукру з бурякової стружки – один з основних процесів цукрового виробництва, що значною мірою впливає на собівартість продукції, витрати енергетичних ресурсів та втрати цукру. Незважаючи на досить просту технологічну схему, процес висолоджування є складною системою, в якій відбуваються різноманітні масообмінні, теплообмінні та фізико-хімічні процеси.

На більшості цукрових заводів керування дифузійною станцією відбувається із застосуванням системи автоматизації, що побудована на базі сучасної мікропроцесорної техніки. Ці системи надійно підтримують регламентовані значення основних технологічних параметрів (температурні режими, матеріальний баланс, рівень, тиск, рН та ін.). Проте існуючі системи автоматизації не завжди можуть адекватно реагувати на порушення технологічного режиму. Це можна пояснити тим, що поза увагою системи автоматизації залишається цілий ряд неконтрольованих параметрів, що суттєво змінюють технологічний режим станції і погіршують якісні показники її роботи. До них насамперед належать показники якості сировини та стружки, процеси переміщення стружки в ошпарювачі і колоні, а також завантаження апаратів. У разі виникнення порушень технологічного режиму необхідно скоригувати значення технологічних параметрів. За відсутності алгоритмів автоматичної корекції, рішення щодо їх змінення повинен приймати оператор. Ефективність прийнятих ним рішень залежить від його професіоналізму, вміння швидко виявити причину порушення і виробити адекватні дії оперативного реагування. Складність прийняття рішення зумовлена тим, що зміна технологічного режиму може відбутись під впливом різних слабоформалізованих факторів, а підтримати якісні показники процесу можна зміненням різних взаємопов'язаних параметрів.

Розроблені проектні рішення реалізації мікропроцесорних систем автоматизації, які включають розробку технічного, алгоритмічного, програмного і інформаційного забезпечення підсистеми підтримки прийняття рішень у складі автоматизованої системи управління дифузійною станцією. Розроблено функціональну структуру та інтерфейс оператора системи управління дифузійною станцією цукрового заводу з підсистемою підтримки прийняття рішень. Запропоновані рішення пройшли апробацію на Шамраївському, Яготинському, Дебенському і ін. цукрових заводах України. Розроблена система повністю відповідає світовим стандартам, так як використовує найсучасніше технічне і програмне забезпечення. Є досвід реалізації запропонованих рішень з використанням промислових мікропроцесорних контролерів провідних фірм світу: Siemens, Schneider Electric, VIPA, Mitsubishi і інші.



## Система підтримки та прийняття рішень щодо організації збору та переробки органічної сировини в біогазових комплексах

Д.В. Чирченко, П.Г. Охріменко, С.А. Шворов

Національний університет біоресурсів і природокористування України

На сьогоднішній день відновлювані джерела енергії (ВДЕ) займають значне місце в енергобалансі країн світу. Як свідчать дані Міжнародного енергетичного агентства, 13,1% первинної енергії в світі в 2010 р. було вироблено з ВДЕ, більшу частину яких склала біомаса – 9,9%. У зв'язку з цим актуальною проблемою є розробка спеціальних методів, засобів та систем автоматизації процесів збору та переробки органічної сировини у біогазових комплексах (БГК) в умовах суттєвої апріорної невизначеності характеру, структури та істинних станів органічної сировини.

**Мета роботи** полягає в розробці система підтримки та прийняття рішень (СППР) щодо організації процесів збору та переробки органічної сировини в біогазових комплексах для отримання біогазу та високоякісних добрив.

Для обґрунтування рішень за допомогою СППР повинні вирішуватися наступні задачі: моніторинг та пошук органічної сировини; планування та розподіл спеціальної техніки по сільськогосподарських полях та об'єктах харчової промисловості для збору органічної сировини; оперативне управління процесами перевезення, завантаження та переробки у БГК органічної сировини.

Для вирішення перерахованих задач СППР щодо організації процесів збору та переробки органічної сировини повинна включати підсистеми: моніторингу (пошуку), планування та оперативного управління процесами перевезення, завантаження і переробки органічної сировини у територіально розподілених БГК.

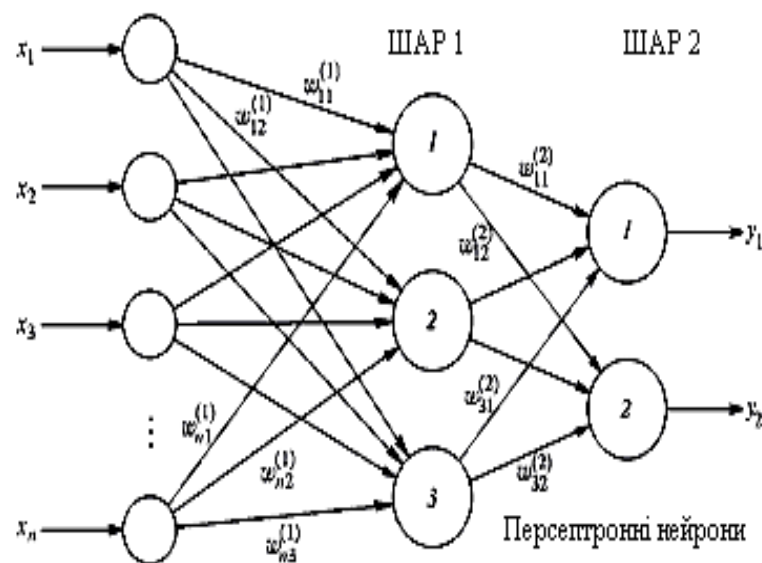


Рис. 1. Двошаровий персептрон

Підсистема моніторингу (пошуку) органічної сировини являє собою геоінформаційну систему з датчиками інформації, які призначені для отримання інформації про кількість і якість сировини, а також можливості її збору та використання. Розроблено спеціальні алгоритми розпізнавання образів, за допомогою яких забезпечується вирішення наступних задач: сприйняття образу (технічний вимір), попередня обробка [1] отриманого сигналу (фільтрація), виділення потрібних характеристик (індексація) і класифікація образу (прийняття рішення). Для вирішення даних задач синтезована нейромережева структура [2] і перевірений на адекватність відповідний багат шаровий перцептрон Рис. 1. Підсистема планування та розподілу спеціальної техніки заснована на застосуванні алгоритму розподілу транспортних засобів по технологічним ділянкам і процедури визначення кількості розвантажувальних засобів на пункті післязбиральної обробки органічної сировини на основі методів теорії масового обслуговування, що дозволяє мінімізувати час простою збиральних і транспортних засобів в очікуванні вантажно-розвантажувальних операцій. Підсистема оперативного управління процесами перевезення, завантаження та переробки у БГК органічної сировини побудована на базі гібридної інтелектуальної системи управління, до основних складових якої входить база знань, розв'язувач задач, блок імітації процесу, модуль навчання системи та інтерфейс. При розробці бази знань СППР здійснено системну інтеграцію моделей і алгоритмів, які ґрунтуються на класичних методах моделювання систем [3] і методах штучного інтелекту, що забезпечує ефективне розв'язування задач планування, контролю й оперативного управління процесами збору та переробки різних типів органічної сировини.

**Висновок.** Таким чином, за допомогою запропонованої СППР забезпечується ефективне вирішення цілого комплексу задач щодо організації процесів збору та переробки різних типів органічної сировини.

Показано доцільність створення гібридної інтелектуальної системи управління процесом збору органічної сировини для розв'язування поставлених задач, яка ґрунтується на класичних методах моделювання систем, методах штучного інтелекту та імітаційного моделювання.

#### Література

1. Девід А. Форсайт, Компьютерное зрение. Современный подход / Дэвид А. Форсайт, Джин Понс. – М.: «Вильямс», 2004. – С. 928.
2. Лисенко В.П. Ймовірнісна (Байєсівська) нейронна мережа класифікації температурних образів / В.П. Лисенко, В.М. Штепа, А.О. Дудник // Вісник аграрної науки. – К.: НААН. – 2011. – № 4. – С. 53-56.
3. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis / Huang N. E. Shen Z., Long S. R., Wu M. C., Shih H. H., Zheng Q., Yen N.-C., Tung C. C., and Liu H. H. // Proceedings of R. Soc. London, Ser. A, 454. – 1998. – pp. 903-995.

**Інтелектуальна автоматизована система управління виробництвом хліба з підсистемою підтримки прийняття рішень****С.М.Швед, І.В.Ельперін***Національний університет харчових технологій*

Хлібопекарська промисловість є однією з найважливіших галузей харчової промисловості, що забезпечує населення основним продуктом харчування – хлібом, з вживанням якого людина майже наполовину задовольняє потребу у вуглеводах, на третину – в білках, більш ніж на половину – у вітамінах групи В, солях фосфору та заліза.

Основним показником ефективності виробництва хліба є якість готової продукції, що залежить від багатьох факторів, серед яких особливої уваги заслуговує рівень автоматизації технологічних процесів, сучасний стан якого характеризується застосуванням передових технологій та устаткування, а також мікропроцесорної техніки і комп'ютерних технологій. Проте при управлінні технологічними процесами виробництва хліба в основному використовуються системи локального контролю та регулювання окремих технологічних і режимних параметрів. Це зумовлене тим, що, незважаючи на просту машино-апаратну схему і добре відому технологію виготовлення хлібобулочних виробів, у процесі виробництва хліба відбуваються достатньо складні мікробіологічні, біохімічні, фізико-хімічні, масообмінні, теплообмінні та механічні процеси, результати перебігу яких не завжди можна оцінити інструментальними методами. Така ситуація потребує не просто підтримання системою автоматизації технологічних режимів на заданому регламенті рівні, а й корегування їх відповідно до технологічних показників, отриманих на різних стадіях виробництва. В автоматизованій системі управління ці функції покладаються на оператора-технолога.

Технологічні процеси хлібопекарського виробництва характеризуються багатокомпонентністю сировини і високим ступенем невизначеності на різних стадіях процесу виробництва хліба. Враховуючи це, для забезпечення стабільно високої якості готових виробів існуючі системи автоматизованого управління доцільно доповнити інтелектуальними підсистемами підтримки прийняття рішень, зокрема в процесі вибору поліпшувачів для покращання хлібопекарських властивостей борошна, і підсистемою оперативної корекції технологічних режимів певних стадій виробництва у разі порушення технологічних показників, отриманих в результаті виконання попередньої стадії виробництва.

До складу автоматизованої системи управління запропоновано включити підсистему оперативної корекції технологічних режимів для кожної стадії виробництва хліба в якій, за допомогою математичних моделей створених з використанням штучних нейронних мереж, визначаються рекомендовані значення технологічних режимів (управляючих дій) при підтриманні яких показники якості напівпродуктів після кожної стадії виробництва і показники

якості готової продукції будуть максимально наближатись до регламентованих.

Розроблено функціональну структуру, технічну реалізацію та інтерфейс оператора системи автоматизованого управління виробництвом хліба з підсистемою оперативної корекції технологічних режимів, спрямованих на підвищення стабільності отримання високоякісної готової продукції.

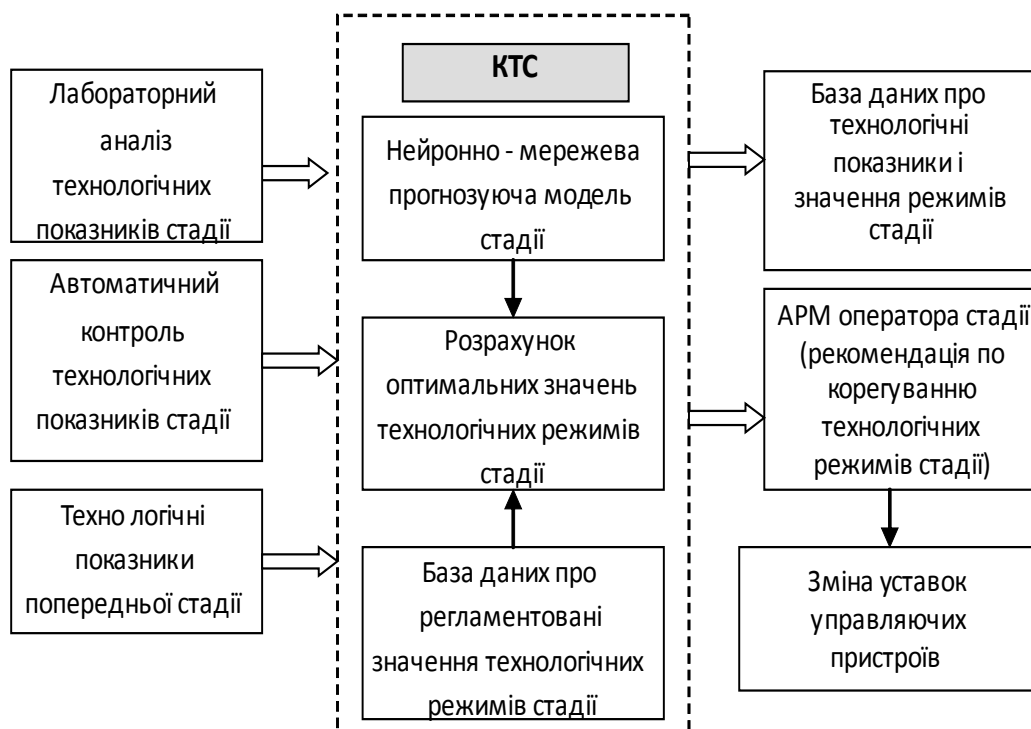


Рис.1. Структурна схема системи ПЕР для коригування технологічних режимів стадії виробництва хліба

Запропоновані рішення і розроблена система автоматизованого управління повністю відповідає світовим стандартам, так як використовують найсучасніше технічне і програмне забезпечення. Є досвід реалізації запропонованих рішень з використанням промислових мікропроцесорних контролерів провідних фірм світу: Siemens, Schneider Electric, VIPA, Mitsubishi і інші.

Розроблена система автоматизації може бути запропонована для впровадження на підприємствах харчової промисловості. Крім того, враховуючи універсальність запропонованих рішень, отриманий досвід може бути використаний при розробці систем автоматизації і інших галузей промисловості як України, так і інших країн світу.

#### Література

1. Швед С.Н. Автоматизированная система управления производством хлеба /С.Н.Швед, И.В.Эльперин//Хлебопродукты – 2013, - «2-13, - С.5-7.
2. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: пер. с польск. И. Д. Рудинского/Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский . – М.: Горячая линия -Телеком, 2006. – 452 с.

**Системна інтеграція – необхідність для сучасної промисловості****А.М. Шевченко***ТОВ «Комп'ютерні інтегровані технології»*

Успішний розвиток сучасного бізнесу залежить від прогресивного бачення перспектив і використання актуальних підходів. Перед керівниками підприємства стає безліч завдань і широкий спектр питань ефективного управління. Виникає необхідність аналізу даних, у певний відрізок часу, для відстеження змін технологічного процесу, послідовності роботи й кінцевого результату. Динамічні зміни ринку диктують необхідність технологічних і технічних удосконалень. Впровадження системи інтеграції допоможе розв'язати цей і багато інших питань. Системна інтеграція – це комплекс впроваджень й удосконалювань по автоматизації підприємства для аналізу та оперативному управлінню. Ця система поєднує розрізнені частини інформації про виробництво в єдиний комплекс із можливістю наступного вдосконалення. За підсумками впровадження, утворюється єдиний універсальний інформаційний механізм, для максимально ефективного й зручного керування. Завдання системної інтеграції полягають в аналізі, обґрунтуванні перспектив розвитку й використання науково - технічних і організаційно - економічних інновацій з урахуванням потреб і проблем підприємства.

Для того щоб визначити, наскільки інформаційна система підприємства відповідає поточним потребам, проводиться комплексний аналіз. Він дозволяє виявити не тільки слабкі ланки в ланцюжку передачі інформації, але й визначити шлях подальшого розвитку.

За допомогою програми MATLAB можна побудувати об'ємні графіки для максимального оцінного ефекту всього комплексу баз даних. Навіть, якщо на перший погляд залежності окремих комплексів показників не прослідковуються, дане програмне забезпечення дозволяє повести кореляцію й побудувати візуальний тривимірний об'єкт. За результатами графічної візуалізації набагато легше зробити висновки про взаємодію й взаємному впливи показників. Наприклад, досягнення максимально прибутку підприємства при мінімальних витратах за певний час, чи найбільша купівельна спроможність споживачів при наявності певної кількості конкурентів, та ін.

На сьогоднішній день інформаційна архітектура багатьох підприємств не систематизована, хаотична, з величезним приростом неопрацьованих даних. Тому виникає плутанина що згубно впливає на виробництво. Вихід з даної ситуації – впровадження системою інтеграції, для об'єднання всіх існуючих інформаційних потоків у цілісну гармонічну структуру, яка дозволить бачити повну картину, що відбувається в режимі реального часу. Системна інтеграція дозволяє простежити взаємодію між усіма існуючими структурними частинами й прогнозувати подальший процес розвитку відповідно до потреб організації. Даний підхід сприяє максимально ефективному й зручному керуванню підприємством як єдиним злагодженим механізмом.

**Байесовские нейронные сети информационно-аналитических систем  
поддержки принятия решений при ведении экологического  
предпринимательства**

**В. Н. Штепа**

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

**И. А. Янковский, Н. Н. Коваленко**

*Полесский государственный университет, Республика Беларусь*

С учётом международного тренда, очевидно, что предприятия, которые являются экологически ориентированными, выступают перспективными экономическими субъектами улучшения экологического состояния и решения проблем рационального использования природных ресурсов при повышении благосостояния граждан [1].

Однако, для этого их организационно-управленческие структуры должны включать аналитический комплекс принятия эффективных эколого-экономических решений. Основой такой программно-аппаратной реализации должны быть математические модели с функциями самообучения и самоорганизации.

Таким требованиям соответствуют нейронные сети. Например, Байесовские (вероятностные) нейронные сети (probabilistic neural networks – PNN) – вид сетей, которые эффективно применяются для решения задач классификации, где плотность вероятности принадлежности классам оценивается с помощью ядерной аппроксимации [2].

При решении задач классификации выходы сети можно интерпретировать как оценки вероятности того, принадлежит рассматриваемый образ к некоторому ранее созданному классу – PNN фактически учится оценивать функцию плотности вероятности.

Как известно температура внешней среды существенно влияет на эффективность многих видов хозяйственной деятельности. Поэтому её адекватное прогнозирование создаёт предпосылки для повышения рентабельности и экономии природных ресурсов.

Так для Сакского района Автономной Республики Крым было сформировано 132 температурных образов с соответствующими числовыми значениями входных параметров [2].

При синтезе PNN-классификатора температурных образов как входные величины использовались (табл. 1): математическое ожидание ( $m_0$ ); амплитуду температурных колебаний ( $A$ ); минимальное среднеквадратичное отклонение ( $\sigma_{\min}$ ); максимальное среднеквадратичное отклонение ( $\sigma_{\max}$ ).

Выход сети – номер класса (образа), к которому относится полученный набор входных величин.

Нейросетевой шар добавления включает по одному элементу для каждого класса с учебного множества данных – 132. Весовые значения связей, идущих

от элементов слоя образцов к элементам слоя добавления, фиксируются равными I.

Таб. I

Диапазоны изменений входных величин

$m_0, ^\circ\text{C}$	$A, ^\circ\text{C}$	$\sigma_{\min}, ^\circ\text{C}$	$\sigma_{\max}, ^\circ\text{C}$
-24 – +18	0 – 10	0,5 – 2,5	3 – 5

Элемент слоя добавления включает выходные значения элементов слоя образцов. Эта сумма дает оценку значения функции плотности распределения вероятности для совокупности экземпляров этого класса. Выходной элемент являет собой дискриминатор пороговой величины, указывающий элемент слоя добавления с максимальным значением активации (т.е. указывает на один из 132 температурных образцов). В контексте нашей задачи, интересуют не столько дискретная классификация, сколько значение выхода слоя добавления, который высчитывает плотности распределения вероятности для совокупности экземпляров соответствующего класса. То есть на выходе этого слоя имеется возможность отслеживать динамику изменения образцов.

Для исследования качества классификации созданы 20 возможных наборов входных параметров, причем известно, что они относятся к определенным классам. Вероятностная нейронная сеть верно классифицировала все наборы с четким преимуществом на выходе слоя добавления плотности распределения вероятностей соответствующих образцов-победителей (рис. 1).

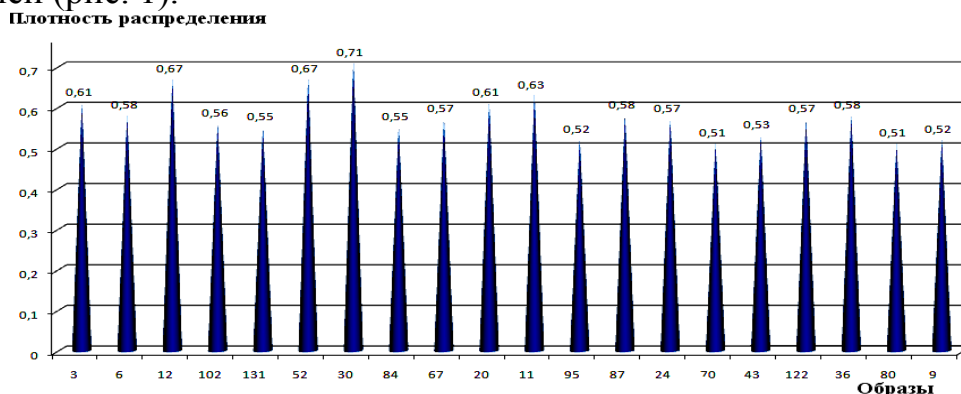


Рис. 1. Плотности распределения при определении температурных образцов

### Литература

1. Северин-Мрачковская Л. В. Экологическое предпринимательство как направление развития современного бизнеса / Л. В. Северин-Мрачковская // Общество и цивилизация в XXI веке: тенденции и перспективы развития: тезисы докладов международной научно-практической конференции. – Воронеж: НИП. – 2014. – № 4(8). – С. 184-187

2. Штепа В. М. Концепція побудови інформаційно-аналітичної системи оцінки стану навколишнього природного середовища / В. М. Штепа, О. І. Примак, Г. М. Желновач // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К.: НУБіП України. – 2013. – Вип. 184. – Частина 2. – С. 193 – 198.

## Using the OPC-technology to debug application software of computer-integrated control systems

I. Lysachenko, E. German

*National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"*

The final stage of the process of developing application software of computer-integrated control systems is a debugging the finished project. Thus there are two ways to solve this problem. Firstly, for debugging used the finished cabinet with the installed control system based on the controller, and secondly applies controller emulator. In many cases, the control object is a complex technological system, and may not always be available to the debug software. Therefore, the task of debugging software application on the simulator of technological object is an actual scientific-technical problem.

The authors propose to debug finished projects to use modern software technologies for data exchange. The main technology that allows implementing such an approach is the OPC-technology.

To simulate processes in the control object was proposed to use the visual programming package Simulink of MATLAB system [1]. As a control system has been applied programming system of controllers CoDeSys V.2 with implementation SoftLogic PLC to PC.

Fig. 1 shows a diagram of the information links on the inter-program level using OPC technology.

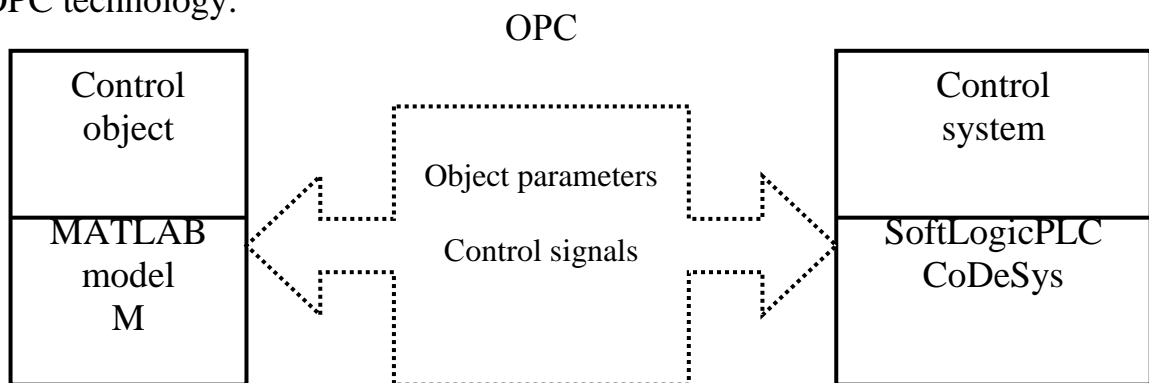


Fig. 1 Information links diagram

This approach significantly reduces the cost to debugging finished projects without the use of real control cabinets and real technological object.

### References

1. The Math Works Inc. OPC Toolbox For Use with MATLAB / [http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/pdf\\_doc/opc/opc.pdf](http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/pdf_doc/opc/opc.pdf).



# 3

## СЕКЦІЯ

### *ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ТА ОСВІТІ*

**Технико-экономические условия оптимизации  
информационно-управляющих систем****Аль-Аммори Али***Национальный транспортный университет***Е.П. Шкурко***Национальный авиационный университет*

Такие техногенные катастрофы, как Чернобыльская, гибель атомной подводной лодки в Баренцевом море, пожар на Останкинской телевизионной башне, многочисленные авиационные катастрофы, участившиеся в последние годы, имеют большую социально-экономическую значимость. В основе этих катастроф лежат технические недостатки, несовершенство существующих информационно-управляющих систем (ИУС).

Анализ технических причин катастроф показывает, прежде всего, недостатки систем сбора информации о текущем состоянии контролируемых систем. Автоматическое и полуавтоматическое управление может быть только тогда совершенным и эффективным, когда на управляющее устройство поступает достоверная и надежная информация. С другой стороны, в настоящее время большое значение приобретают экономные технологии, а также устройства и системы, выполненные и эксплуатируемые с высокой многофункциональной надежностью. Такие высокие технико-экономические требования обеспечиваются, прежде всего, широким применением микропроцессорной техники в ИУС. Одной из основных проблем использования микропроцессорной техники в ИУС является проблема синтеза высокоэффективной системы ввода большого количества быстро изменяющихся данных.

В работе рассматриваются основные аспекты проблемы создания высокоэффективных систем ввода данных в микропроцессор, создания многоканальных микропроцессорных систем с целью обеспечения их больших функциональных возможностей при малых экономических затратах. Исследуются вопросы проектирования матричных микропроцессорных систем, вопросы создания экономически оптимального многоканального интерфейса ввода быстротекущих данных, а также экономические аспекты организации ввода быстротекущей информации в режиме реального времени. Это актуально для всех учреждений, обслуживающих потребителей, в т.ч. научно-технических библиотек.

Предложена методика экономического обоснования выбора оптимальной микропроцессорной системы, работающей в многозадачном режиме реального времени при нестационарном поступлении требований по решению задач, выполняемых в информационно-управляющих системах. Большое внимание уделяется экономическому обоснованию выбора оптимальной структуры интерфейса, который обеспечивает эффективный ввод многоканальной быстроизменяющейся информации в реальном масштабе времени.

## Автоматизоване формування робочої програми дисципліни

**К.Є. Бобрівник, Н.І. Поворознюк**

*Національний університет харчових технологій*

У зв'язку інтенсивним розвитком технологій, зокрема харчових, вимоги до компетенції спеціаліста постійно зростають. Це в свою чергу спричинює необхідність постійного оновлення навчальних і робочих програм дисциплін. Такі зміни в навчальних планах передбачають невиправдано високі витрати часу викладача на щорічне оновлення програмного і методичного забезпечення. Формування навчальних і робочих планів дисциплін здійснюється викладачем зазвичай вручну. Для кваліфікованого оновлення таких планів викладач повинен мати постійну практику роботи на підприємстві. Зважаючи на велику завантаженість викладача є складною задачею. Крім того, не кожен викладач має змогу брати участь у найновіших наукових розробках. Це пояснюється і значною кількістю дисциплін, і визначеністю наукових інтересів. Таким чином, задача широкого впровадження інформаційних технологій в формування навчальних планів є надзвичайно актуальною задачею.

Основою моделі спеціаліста є набір компетенцій, які формують цілі вивчення дисципліни. Задача автоматизованого формування навчального плану дисципліни відноситься до оптимізаційних задач і має таку постановку [1]. Нехай існує множина  $N$  параграфів відповідних компетенцій освітнього стандарту. Для кожного  $i$ -го параграфу задано обсяг годин  $q_i > 0$ , який залежить від наданого часу на його вивчення і важливість вивчення даного параграфу  $w_i > 0$ , де  $i = 1, 2, \dots, n$ . Індивідуальні оцінки важливості параграфів засновані на використанні інтегральної оцінки наданих незалежними фахівцями. Максимальне наповнення обсягу годин обмежується навчальною програмою спеціальністю –  $Q$ . Кожен параграф, який позначено змінною  $x$  може приймати тільки одне з двох значень:  $x_i = 1$ , якщо  $i$ -й параграф відбирається до вивчення або  $x_i = 0$ , якщо  $i$ -й параграф не включається у програму вивчення (1):

$$\begin{aligned} f(x) &= \sum_{i=1}^n w_i x_i \\ f(x) &\rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^n q_i x_i &\geq Q \\ x_i &= 1 \vee 0, i = 1 \dots n \end{aligned} \quad (1)$$

Автоматизоване формування наповнення дисципліни з використанням оцінок предметних експертів дає змогу зменшити непродуктивні витрати часу викладача, поліпшити якість навчальних і робочих планів і тим самим підвищити рівень підготовки спеціалістів.

### Література

1. Самсонов В.В. Алгоритми розв'язання задач оптимізації: навч. посібник. / В.В. Самсонов. – К.: НУХТ, 2014. – 300 с.

**Аналіз нечіткої когнітивної карти підприємства****Р.О. Бойко***Національний університет харчових технологій*

Когнітивні технології – методи, засоби і прийоми, що забезпечують візуальне, гіпермедійне представлення умов завдань і/або наочної області, яке допомагає знаходити або стратегію рішення (або само рішення), або дозволяє оцінювати і порівнювати шляхи рішення, прийняти той або інший адекватний вибір.

Задача підтримки прийняття рішень у когнітивному моделюванні визначається як задача розробки стратегії для переходу ситуації з поточного стану в цільовий стан на основі суб'єктивної моделі ситуації, що описує відомі аналітику, закони і закономірності. Ця суб'єктивна модель фіксується у вигляді орієнтованого знакового графа – когнітивної карти. Вершини орграфу – це чинники ситуації, а дуги – причинно-наслідкові відносини між ними.

Когнітивна карта відображає лише наявність впливу факторів один на інший [1]. В ній не відображається детальний характер впливу, динаміка зміни впливу в залежності від ситуацій, часова зміна самих факторів. Враховуючи це, необхідно перейти на інший рівень структуризації інформації, відображеної в когнітивній карті, тобто до когнітивної моделі.

Для опису когнітивної моделі ефективно використовуються орграфи. Зміна факторів відбувається покроково до визначення реакції системи, після чого, за допомогою багатокритеріального вибору, визначається множина позитивних сценаріїв та проводиться їх ранжування. Когнітивний аналіз і моделювання дозволяють дослідити проблему, врахувати зміну вхідних факторів та визначити реакцію системи.

Побудова когнітивної моделі проблемної ситуації базується на методиці когнітивного аналізу складних ситуацій. Етапом, що є наступним після збору і систематизації існуючої статистичної і якісної інформації, передбачено виділення основних характеристичних ознак досліджуваного процесу і взаємозв'язків, а також виділення факторів, на які реально можуть впливати суб'єкти ситуації. Наступним етапом є визначення множини факторів, що впливають на цільові функції. Ці фактори в моделі будуть потенційно можливими важелями впливу на ситуацію. Для когнітивного моделювання використовується програмний засіб «Канва». Вказується розміщення вершин графа, після чого програмний засіб з урахуванням вказаних в матриці суміжності зв'язків автоматично будує орієнтовано зважений граф, на якому наглядно відображені зв'язки між факторами.

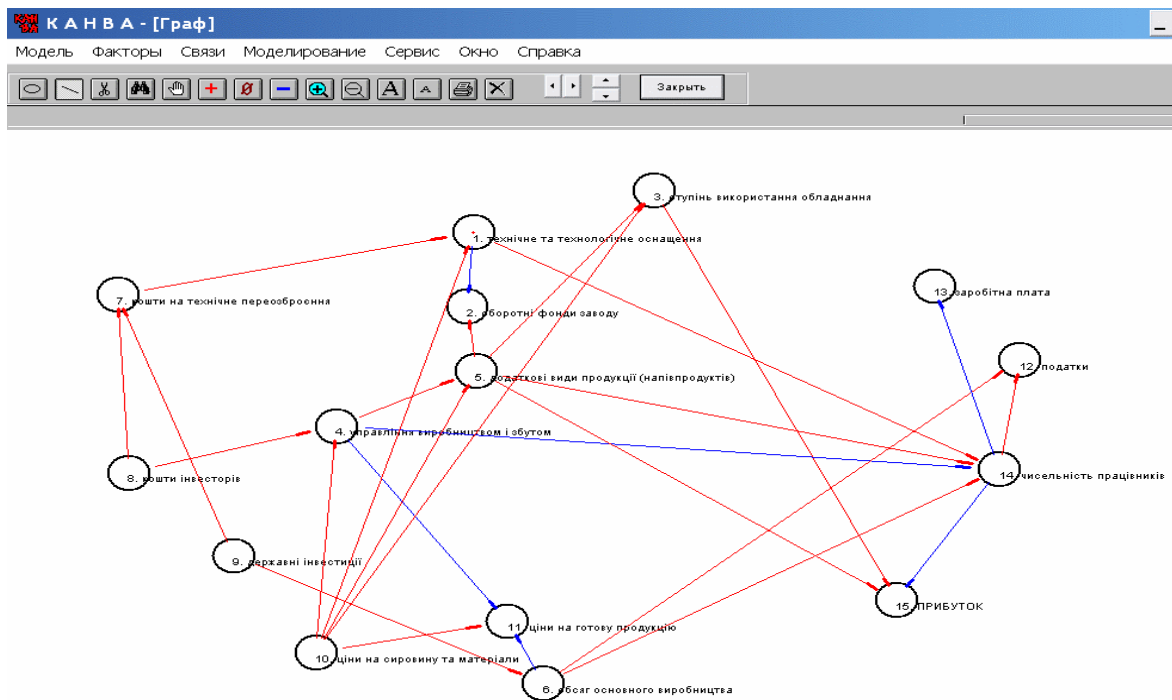


Рис. 1. Граф з оцінкою впливів

В програмному засобі «Канва» є можливість зберегти результати прогнозування, на рис. 4.28 наведені результати дослідження зміни техніко-економічних показників підприємства на основі нечіткої когнітивної карти.

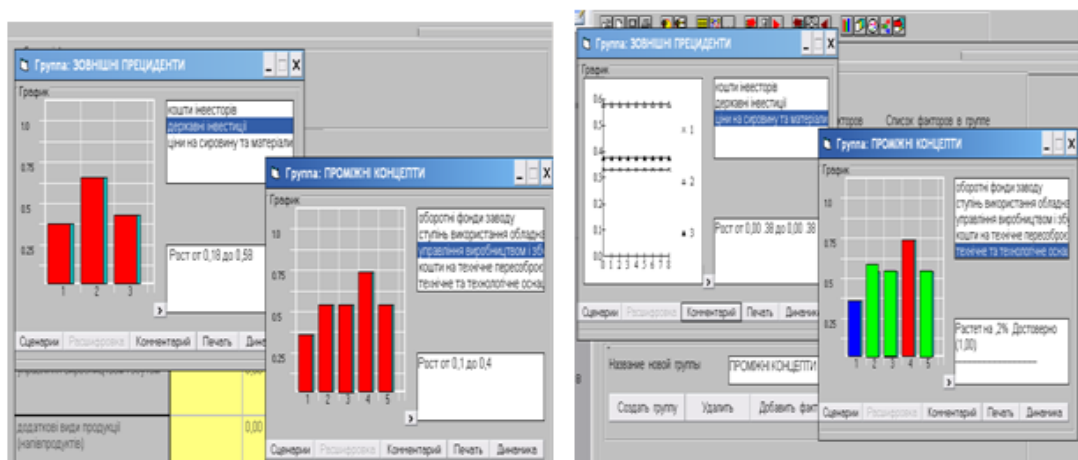


Рис. 2. Результати дослідження нечіткої когнітивної карти

### Література

1. *Бойко Р.О.* Використання нечітких когнітивних карт в системі управління технологічним комплексом / Р.О. Бойко// 79-а Наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, – Київ: НУХТ, 2013.
2. *Ладанюк А.П.* Інформаційне забезпечення задачі оцінки стану складного технологічного об'єкта / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, Р.О. Бойко // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України, вип. 117 – Харків: ХНТУСГ, 2011. с. 73-74.

**Динамічне моделювання процесу кристалізації води у морозиві****Н.М. Бреус, Л.Ю. Маноха, Г.Є. Поліщук***Національний університет харчових технологій*

В процесі виробництва загартованого морозива для контролю його якості варто враховувати вміст вимороженої води та чинники, що впливають на цей показник. З цією метою досліджено динаміку виморожування води залежно від ряду чинників, а саме – технологічних етапів та хімічного складу продукту. Для розуміння механізму кристалоутворення в широкому діапазоні жирності морозива на молочній основі із зародками пшениці обрано модельні суміші з масовою часткою жиру у межах від 0 до 20 % та масовою часткою зернового компонента – від 0 до 5 %.

Для комплексного аналізу динаміки зміни вмісту вимороженої води в системі було побудовано багатофакторну авторегресійну модель першого порядку  $Y=3.92+0.956Y_{t-1}$ , де  $Y$  – вміст вимороженої води, а  $t$  – етапи технологічного процесу. Статистичні параметри даної моделі свідчать про доволі помітний вплив значень попереднього етапу: множинний  $R=0.939$ ,  $R^2$  (коефіцієнт детермінації)=0,894 на кожний наступний етап технологічного процесу. Значення коефіцієнта детермінації свідчить, що 89,4% загальної варіації результативної ознаки пояснюється варіацією факторної ознаки.

Графічні динамічні моделі виморожування води за окремими етапами технологічного процесу для морозива на молочній основі всіх груп (молочного, вершкового та пломбіру) наведено на рис. 1, а залежно від вмісту зародків пшениці – на рис. 2.

За основні етапи прийнято наступні:

- етап №1 – температура фризеравання і виходу м'якого морозива з фризера ( $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- етап №2 – порогова температура зберігання загартованого морозива ( $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- етап №3 – режим зберігання морозива тривалістю до 10 місяців ( $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- етап №4 – режим зберігання морозива тривалістю до 12 місяців ( $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- етап №5 – нижня межа загартування морозива безперервним способом ( $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- етап №6 – верхня межа загартування морозива безперервним способом ( $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

З рис. 1 чітко видно, що основна частина води виморожується під час етапу №1 (до 60 %) та етапу №2 (до 83 %). За етапів №3-6 процес кристалоутворення сповільнюється, досягаючи свого максимуму за верхньої межі загартування безперервним способом – 93...95 %. Таким чином, підтверджується найвагоміша роль процесу фризеравання, під час якого виморожується основна частина вільної води, вміст якої, в першу чергу, залежить від хімічного складу.

Відповідно до рис. 2 для морозива з високим вмістом жиру (вершкове та пломбір) характерна найменша кількість вимороженої води, яка коливається в

межах 43...54 % порівняно з морозивом молочним, для якого це значення досягає майже 60 %. Поясненням даного ефекту може бути значення енергії зв'язку між часточками дисперсійного середовища, що залежить від ряду чинників, у першу чергу від масової частки жиру у морозиві [1]. Враховуючи високий вміст води (68...72 %) для низькожирних видів морозива, кількість міцнозв'язаної води для морозива молочного порівняно з високожирними видами найменша (майже вдвічі), що і є причиною швидкого зародження кристалів льоду на початку фризераування з подальшою тенденцією до зрощення в агломерати великих розмірів. Вирішенням цієї проблеми може бути або скорочення тривалості процесу фризераування, або кореляція хімічного складу. Введення до складу морозива зародків пшениці, що містять фрагменти стінок рослинних клітин як центрів кристалізації, позитивно впливає на процес утворення кристалів льоду включно до етапу №3, забезпечуючи рівномірний розподіл по всій масі і таким чином, перешкоджаючи їх зрощенню між собою.

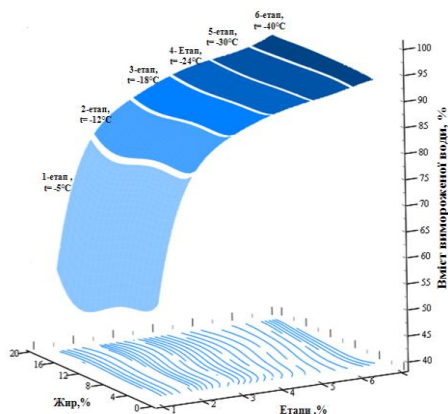


Рис. 1 – Графічні динамічні моделі виморожування води за окремими етапами технологічного процесу для морозива на молочній основі.

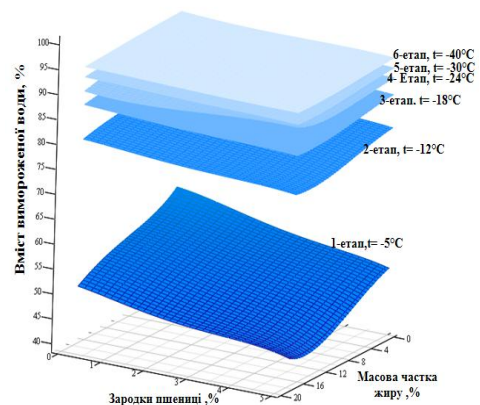


Рис. 2 – графічні динамічні моделі виморожування води за окремими етапами технологічного процесу, залежно від вмісту зародків пшениці у морозиві на молочній основі

Отже, за допомогою динамічного моделювання підтверджено найвагомішу роль процесу фризераування, під час якого виморожується основна частина вільної води, вміст якої, в першу чергу, залежить від хімічного складу. Введення до складу морозива зародків пшениці, що містять фрагменти стінок рослинних клітин як центрів кристалізації, позитивно впливає на процес утворення кристалів льоду включно до температурної межі -18 °С.

### Література

1. *Damodaran S.* Inhibition of Ice Crystal Growth in Ice Cream Mix by Gelatin Hydrolysate / S. Damodaran // *Journal of Agriculture Food Chemistry*. – 2007. – Vol. 55, № 12. – P. 1918-1923.
2. *Мышкис А. Д.* Элементы теории математических моделей. — 3-е изд., испр. — М.: КомКнига, 2007. — 192 с.
- Блехман И. И.* Прикладная математика: Предмет, логика, особенности подходов. С примерами из механики: Учебное пособие / И. И. Блехман, А. Д. Мышкис, Н. Г. Пановко – 3-е изд., испр. и доп. — М.: УРСС, 2006. — 376 с.

## **Обґрунтування розробки експертної системи прогнозування стану водної фази у багатокомпонентних харчових сумішах**

**Н.М. Бреус, Л.Ю. Маноха, Г.Є. Поліщук**

*Національний університет харчових технологій*

Створення експертних систем є надзвичайно перспективним напрямом підтримки прийняття рішень, який вимагає застосування комп'ютерних інформаційних систем, заснованих на використанні штучного інтелекту. Сучасні експертні системи широко використовуються для передачі досвіду спеціалістів практично у всіх галузях знань та виробництва. Вони дають можливість одержувати консультації експертів з будь-якої проблеми, про яку цими системами накопичені знання.

Сировина та напівфабрикати у харчовій промисловості є найбільш лабільними в продовж технологічного оброблення, тому зміна їх фізико-хімічних характеристик потребує контролю за допомогою систем штучного інтелекту у вигляді експертної системи для прогнозування оцінки стану водної фази у багатокомпонентних харчових сумішах. Дана експертна система може використовуватись як в рамках технологічного процесу так і в продовж зберігання, транспортування і реалізації харчових продуктів.

Найбільш проблемними з точки зору збереження агрегатного стану фаз(зокрема, водної фази) є низькотемпературні технології. За найменшого порушення температурних режимів в продовж технологічного процесу та умов зберігання і реалізації напівфабрикатів та готової продукції можливі незворотні зміни їх органолептичних і фізико-хімічних характеристик, що призводить до виникнення наступних фаз – зруйнована структура, грубокристалічна структура, розділення фаз, втрата об'єму та ін.

Експертна система прогнозування водної фази багатокомпонентних сумішей при низьких температурах ґрунтується на використанні динамічних параметричних моделей, у якій значення параметрів оптимізуються у межах декількох етапів та враховують: хімічний склад харчової сировини та напівфабрикатів, технологічні режими їх попереднього та основного оброблення, дотримання умов зберігання, транспортування та реалізації готової продукції та напівфабрикатів. .

Отже, розробка експертної системи прогнозування стану водної фази дає змогу керувати якістю наступних груп харчових продуктів як: морозиво, заморожені напівфабрикати, заморожені плоди та ягоди, заморожений сир кисломолочний і вироби з нього та ін.

### **Література**

1. *Джексон, П.* Введение в экспертные системы: пер. с англ. и ред. В. Т. Тертышного / П. Джексон. – М.: Изд. дом "Вильямс". – 2001. – 624 с.
2. *Субботін С. О.* Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. / С.О. Субботін — Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. — 341 с.



## Управління людськими ресурсами у науковій діяльності інноваційної організації

А. О. Васильченко, М.В. Гладка

*Національний університет харчових технологій*

Ефективність інтелектуальної наукової діяльності інноваційної організації залежить в основному від індивідуальних творчих здібностей наукових працівників, ступеня їх підготовки та рівня кваліфікації. Ця особливість науки в порівнянні з іншими сферами людської діяльності ускладнює процес управління персоналом в наукових установах. У складі науково-дослідної інноваційної організації можна виділити кілька категорій працівників: дослідники, техніки та лаборанти, допоміжний та інший персонал.

Менеджери вищого рангу, у тому числі й інноваційні, повинні бути вченими, відомими у своїй галузі науки або принаймні мати високу наукову кваліфікацію. У міру розвитку науково-технічного прогресу (НТП) і ускладнення праці збільшуються витрати, пов'язані з навчанням і перенавчанням персоналу, збільшуються строки навчання і ускладнюються функції контролю підготовки фахівців. При цьому виникають проблеми не тільки фінансового порядку чи суто виробничі, але й психологічні. Персонал наукової інноваційної організації у процесі своєї творчої діяльності стає саморегульованою системою, на яку менеджер може впливати лише побічно (наприклад, замінюючи жорстке адміністрування більш гнучким стилем керівництва, що враховує особливості характерів наукових працівників). Це може бути проведення політики гласності результатів діяльності, визнання особистих заслуг конкретних фахівців, надання інформації для самооцінки своєї діяльності (при необхідності конфіденційного характеру), співучасть у соціальних та особистих справах.

Особливі вимоги пред'являються до менеджерів кадрових служб наукових установ, які функціонально переросли відділи зі зберігання службової кадрової документації. Основним змістом роботи цих служб стає: планування потреб в персоналі; активні методи набору та найму; аналіз плинності кадрів; підвищення кваліфікації та розвиток кадрів; планування службової кар'єри талановитих працівників.

Діловодство в чистому вигляді в сучасних кадрових службах не повинно перевищувати десятої частини фонду робочого часу, а до їх складу не повинні входити лише офісні працівники, що займаються лише паперовою роботою. В даний час в інноваційних наукових організаціях кадрові служби мають таких фахівців, як психологи, консультанти з планування кар'єри, педагоги, медики та аналітики.

Особливі вимоги висуваються до керівних посад. Саме керівники проектів, що ведуть наукові підрозділи, несуть повну відповідальність за успішність усього проекту. Тому визначення ролей виконавців проекту відповідає моделі ЖЦ. Склад і кількість співробітників, що входять у групи

проекту, залежить від масштабу робіт і досвіду співробітників, які повинні бути настільки кваліфікованими, щоб при розробленні виявляли помилки й неточності в проекті, починаючи з ранніх процесів ЖЦ. З організаційної точки зору менеджер проекту оцінює здібності того чи іншого співробітника під час виконання відповідної роботи з проектування або з тестування системи. Розподіл певного обсягу робіт на частини відповідає розподілу ролей і їхній відповідальності в проекті.[1]

Менеджер підбирає стиль ведення проекту для успішної організації ведення проекту. Саме від обраного стилю залежить комплексна взаємодія всіх учасників робочої групи. Планування інформаційного зв'язку включає визначення інформаційних і комунікаційних потреб зацікавлених осіб: хто в якій інформації має потребу, коли вона їм знадобиться і як вона до них надходитиме. Усі проекти потребують передачі проектної інформації, але інформаційні потреби і методи поширення широко варіюються. Визначення потреб зацікавлених осіб в інформації і відповідних способів задоволення їх є важливим чинником успішного виконання проекту. Оперативне отримання інформації одного з учасників проекту від усієї команди, чи конкретного виконавця, забезпечує швидке виконання робіт, та можливість вчасно внести зміни у проект, в разі виникнення нестандартних ситуацій на інших ділянках.

Отже відмітимо фактори, що визначають принципи формування команди проекту:

1. Специфіка проекту. Вона визначає формальну структуру команди, рольовий склад, перелік знань, вмінь, навичок, якими повинні володіти члени команди.

2. Організаційно-культурне середовище. Зовнішнє середовище – це всі фактори, які не залежать від команди проекту, але впливають на її роботу. Внутрішнє середовище – це організаційна культура команди, вона включає способи розподілу влади, способи організації взаємодії між членами команди, способи розв'язання конфліктів, організація зовнішніх зв'язків тощо.

3. Особистий стиль взаємовідносин керівника з членами команди. Цей стиль залежить від типу лідера.

### Література

1. *Бухбіндер Р.Г.* Теоретичні аспекти комплексного підходу до проведення організаційних змін / Р.Г. Бухбіндер — СПб: УЕФ. 2010. № 3. С. 63–65.

2. *Туккель, И. Л.* Управление инновационными проектами: учебник / И. Л. Туккель, А. В. Сурина, Н. Б. Культин / Под ред. И. Л. Туккеля — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.

3. *Моррис П. У. Г.* Управление проектами [пер. с англ.] / Моррис П. У. Г., Клиланд Д. И., Лундин Р. А. и др. ; Ред. Дж. К. Пинто, Пер. В. Кузин, А. Романченко, О. Сергеева – М. ; Харьков; СПб. : Питер, 2004. – 463 с.

**Сервісі хмарних технологій у навчальному процесі****В.В. Гавриленко, О.А. Галкін***Національний транспортний університет*

Хмарні технології - це хмарні обчислення, які становлять технологію обробки даних, в якій комп'ютерні ресурси та потужності надаються користувачеві як інтернет-сервіс. Термін «хмара» має на увазі образ якоїсь складної інфраструктури, що включає всі технічні засоби, доступ до якої можливий за допомогою Інтернету.

Хмарні технології ефективно використовувати в навчанні не тільки на різних етапах занять, але і в самостійній роботі студентів як аудиторної, так і позааудиторної. Висока їх роль в реалізації проектної та дослідницької діяльності, особливо, в колективній. За допомогою хмарних технологій реалізується безперервність спілкування відразу в декількох напрямках: викладач - студент, студент - студент та студент - комп'ютер [1].

При роботі в Office Live Workspace необхідно зареєструватися в Microsoft Office SharePoint Workspace на головній сторінці сервісу, вказавши адресу електронної пошти та пароль. Ці дані будуть використовуватися для авторизації. Для зручності роботи необхідно створити робочу область, відповідну темі заняття (проекту, дослідження тощо), щоб зберігати в ній файли. Файли можна створити або завантажувати з жорсткого диска. Тут є можливість запросити учасників робочої області для спільного створення та редагування документів. Для цього необхідно вказати електронну адресу одержувача. При цьому деяким користувачам-студентам можна давати можливість і переглядати, і редагувати документи (текстові, презентації тощо). А для інших зробити доступним тільки перегляд. В даному сервісі в онлайн-режимі можна бачити, над якими документами працюють учасники групи, куди і коли внесені зміни; використовувати функцію “розмова”, для обговорення робочих моментів; створювати деякі типи записів (примітки, списки справ, подій або контактів). Ці дії можна виконувати в різний час і з різних комп'ютерів, в разі позааудиторної діяльності.

Зручно використовувати в навчанні сервіс GoogleDocs. Це, перш за все, інструмент, який дає можливість створювати, редагувати і зберігати документи, не вдаючись до засобів настільних додатків. Для того, щоб працювати з GoogleDocs достатньо тільки браузера та підключення до інтернету.

Незважаючи на те, що і той, і інший сервіс призначені для зберігання документів онлайн і доступу до них з будь-якого комп'ютера, їх ідеологія зовсім різна. Обидва сервіси дозволяють зберігати файли не на локальному ПК, а на сервері. Це дає можливість не втратити інформацію, особливо при колективній формі роботи. Але для того щоб продовжити роботу над документом, збереженим в Office Live Workspace, необхідно скористатися програмою з пакету MS Office, що має бути встановлений на комп'ютері. А для роботи з GoogleDocs настільні додатки не потрібні.

Використання хмарних технологій в навчальній діяльності має ряд позитивних моментів:

- Дозволяє надати та розширити у студентів навички роботи в мережі Інтернет;
- Розвиває єдиний інформаційний простір;
- Створює умови присутності в освітньому просторі в різний час і незалежно один від одного всіх учасників освітнього процесу;
- Дозволяє створювати, розвивати й ефективно використовувати керованих інформаційних освітніх ресурсів, з можливістю повсюдного доступу для роботи з ними;
- Сприяє зміні рольового статусу викладача;
- Підвищує гнучкість комп'ютерного забезпечення та екологічність ІКТ (зниження «вуглецевого сліду»).

Хмарні технології - мобільний і сучасний інструмент педагога-практика, спосіб формування нової інформаційної культури. Вони дозволяють придбати студентам стійкі навички життя і роботи в інформаційному суспільстві, готовність і здатність до інформаційної діяльності. Процес навчання стає гнучким, доступним і персоналізованим. Це відповідає вимогам навчання студентів [2].

Освітній процес, заснований на інноваційності технологій, методів і форм навчання, формує у студента самостійність, формує адекватну самооцінку, прагнення до самореалізації у навчальній праці. Це формує громадянські якості студента, які стають одним з головних підсумків освітнього процесу і для молодого фахівця, і для суспільства. У нинішніх студентів з'являються нові ролі й цілі, пов'язані, з одного боку, з свідомим, активним і відповідальним розвитком особистісних та професійних компетенцій, а з іншого боку, з активним пошуком свого «Я» в професії і в житті. Таким чином, початкова орієнтація на результат та активна позиція по відношенню до свого навчання є індикаторами появи у майбутніх випускників особистої відповідальності за якість своєї професійної підготовки.

Відповідне навчання допоможе студентам сформувати компетенції, необхідні їм на мінливому ринку праці, і дозволять стати активними та відповідальними громадянами.

### Література

1. *Карташова Л.А.* Електронний освітній ресурс як засіб підтримки навчання інформаційних технологій майбутніх філологів / Л. А. Карташова // Проблеми сучасного підручника: зб. наук. праць / [наук. ред. О. М. Топузов]. – К.: Педагогічна думка, 2012. – Вип. 12. – С. 421 – 427.

2. *Карташова Л.А.* Обучение информационным технологиям будущих филологов: стремимся к формированию готовности или компетентности? / Л. А. Карташова // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – (Серия: „Педагогика, психология”). – 2012. – № 3. – С. 115 – 117.

## Поведінка варіацій згладжувального параметра при виборі смуги пропускання

**О.А. Галкін**

*Національний транспортний університет*

Як відомо, для великих смуг пропускання середньоквадратичних інтегрованих помилок, ядерна оцінка щільності розподілу стає досить великою через значний зсув. Крім того, показник помилкової класифікації ядерного класифікатора  $\Xi(S)$  досягає мінімуму, а потім стає майже гладким для широкого діапазону великих значень смуги пропускання  $S$ .

Для різних варіацій згладжувального параметра,  $E \hat{f}_{IS}(x)$  та  $\hat{f}_{IS}(x)$  можуть розглядатися як теоретичні та емпіричні масштабно-просторові функції на  $l$ -й генеральній сукупності, відповідно. Теоретичні масштабно-просторові функції  $E \hat{f}_{IS}(x)$  є згортками істинних щільностей  $f_l(x)$  з ядром  $K$  та зі смугою пропускання  $S$ . Із зростанням розміру вибірки, дисперсія ядерної оцінки щільності розподілу (що є середнім значенням множини незалежних та однаково розподілених випадкових величин) зменшується і як наслідок, для деякої фіксованої смуги пропускання  $S$ , розподіл  $\hat{f}_{IS}(x)$  має тенденцію бути майже дегенеративним в  $E \hat{f}_{IS}(x)$ , коли розмір вибірки є великим.

Для фіксованого значення  $S$ , коли апостеріорні ймовірності для різних популяцій є рівними, а також коли розмір вибірки  $n$  прямує до нескінченності, класифікатор на основі ядерної оцінки щільності розподілу буде мати тенденцію класифікувати спостереження до класу, що має найбільше значення для теоретичної функції масштабованого простору. Коли  $f$  та  $K$  є сферично симетричними та строго спадними функціями відстані від їх центрів симетрії, те ж саме має місце і для згортки. В даному випадку, для всіх значень  $S$  функції масштабованого простору зберігають порядок серед початкових щільностей, коли вони задовольняють модель локалізації зсуву.

### Література

1. *Scott D. Multivariate Density Estimation: Theory, Practice and Visualization / D. Scott // Wiley, New York.*
2. *Wand M., Jones M. Kernel Smoothing / M. Wand, M Jones // London: Chapman and Hall, 1995.*
3. *Ripley B. Pattern Recognition and Neural Networks / B. Ripley // Cambridge: Cambridge University Press, 1996.*
4. *Duda R., Hart P. and Stork D. Pattern Classification / R. Duda, P. Hart, D. Stork // New York: Wiley, 2000.*

## Моделирование сложных систем проблемно-ориентированное на идентификацию и управление

**В.Ф. Губарев**

*Институт космических исследований НАН Украины и ГКА Украины*

Под сложными будем подразумевать различные пространственно-временные объекты, бесконечномерные сосредоточенные системы с нерациональными передаточными функциями или конечномерные системы, но большой размерности. Примерами таких сложных систем являются процессы горения и парообразования в энергоблоках ТЭС, процессы, протекающие в реакторах, используемых в химических и пищевых технологиях, и многих других объектах. Процессы здесь настолько сложны, что записать уравнения, их описывающие, с помощью существующих хорошо известных законов или через коллективные процессы, составленные из элементарных явлений и взаимодействий, не представляется возможным.

В таких случаях предлагается рассмотреть формализованное описание, опирающееся на абстрактную функционально-аналитическую формулировку задач с последующим преобразованием ее к стандартному представлению в виде, например, дифференциальных уравнений, используя при этом бесконечномерные разложения по базисным функциям. Такой прием широко используется в вычислительной математике, когда исходную задачу аппроксимируют различными более простыми конструкциями, в том числе конечно-разностными удобными для нахождения решения с помощью численных методов.

Для линейных систем можно использовать стандартизованную форму, предложенную и структурированную А.Г. Бутковским [1] на основе функций Грина или импульсных переходных функций. В результате для систем с конечным числом входных воздействий и конечным числом выходных переменных будем иметь вход-выходные соотношения в виде

$$y_m^{(r)}(t) = \int_{t_0}^t H_{mr}(t, \tau) \cdot u_r(\tau) d\tau, \quad m = \overline{1, M}, \quad r = \overline{1, R}, \quad (1)$$

где  $u_r$  – компоненты вектора входного воздействия, а  $y_m^{(r)}$  – компоненты выходных переменных,  $H_{mr}(t, \tau)$  – матрица, которую можно трактовать как импульсная переходная матрица. При сдвиговой инвариантности (1) можно представить в виде конволюции с передаточной матрицей  $G(s)$ . Тогда в случае систем ядерного типа, а большинство встречающихся на практике таковыми и являются, матрица  $G(s)$  представляется как  $G(s) = C(sI - A)^{-1}B$ , где  $A$ ,  $B$ ,  $C$  – линейные операторы. Это позволяет осуществить рациональную аппроксимацию  $G(s)$  [2] и перейти к конечномерной аппроксимирующей модели в пространстве состояний

$$\frac{dx}{dt} = A_n x + B_n u, \quad y = C_n x, \quad (2)$$

где  $x$  – вектор, характеризующий обобщенное внутреннее состояние системы.

Таким образом, семейство моделей (2) при  $n \rightarrow \infty$  можно рассматривать как асимптотическое представление сложной системы.

В случае, когда предполагается, что система нелинейна, следует для построения семейства моделей использовать функционально-аналитическое описание сложных эволюционирующих и осциллирующих систем. При достаточно общих предположениях о свойствах операторов и используемых при описании функциональных пространств доказана сходимости метода Галеркина, преобразующего исходные операторные уравнения в дифференциальные аппроксимирующие уравнения Галеркина. В частности, постулируется достаточно приемлемое для практики предположение о монотонности нелинейных операторов [3].

В результате аппроксимирующие уравнения Галеркина  $n$ -го порядка и уравнения наблюдения записываются в виде

$$\frac{d\tilde{x}}{dt} = \phi_n(\tilde{x}) + F_n(\hat{x}) \cdot u, \quad y = \tilde{g}_n(\hat{x}). \quad (3)$$

При  $n \rightarrow \infty$  (3) асимптотически приближается к точному описанию.

Вблизи некоторого равновесного состояния систему (3) можно записать в переменных отклонениях от него. Тогда нелинейности можно описать при помощи рядов по степеням отклонения от равновесия и использовать теорию нормальных форм Пуанкаре [4], позволяющую приводить однородную часть в (3) к линейной форме формальной заменой переменных, что дает следующий класс асимптотических моделей

$$\frac{dx}{dt} = A_n x + F_n(x) \cdot u, \quad y = g_n(x). \quad (4)$$

Модель (4) представляется уравнениями типа Винера-Хаммерштейна, которые содержат два нелинейных статистических блока и линейный динамический блок между ними

В системах с одним входом и одним выходом, если матрицу  $A_n$  с помощью неособого преобразования привести к форме Фробениуса, то вектор-функция  $g_n(x)$  и матрица  $F_n(x)$  становятся скалярными.

Класс моделей в форме (2) или (4), которые позволяют асимптотически приближаться к точному описанию, вполне приемлемы для решения задач управления процессами в сложных системах с построением модели по входным и выходным данным, получаемым в экспериментах.

#### Литература

1. Бутковский А.Г. Характеристики систем с распределенными параметрами / А.Г. Бутковский. – М.: Физматгиз, Наука, 1979. – 224 с.
2. Губарев В.Ф. Рациональная аппроксимация систем с распределенными параметрами // Кибернетика и системный анализ. – 2008. – № 2. – с. 99-116.
3. Гаевский Х. Нелинейные операторные уравнения и операторные дифференциальные уравнения / Х. Гаевский, К. Греггер, К. Захариас. – М.: Мир, 1978. – 336 с.
4. Арнольд. Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений / Арнольд. – М.: Наука, 1978. – 304 с.

## Використання методу «стартапів» при плануванні проекту

**М.В. Гладка**

*Національний університет харчових технологій*

В сучасних умовах підприємства для збільшення конкуренції та проходу на вищі шаблі рейтингу продаж зобов'язані впроваджувати автоматизовані системи. Та для успішної роботи будь-якої системи потрібно ретельно спланувати та розробити таке рішення, яке задовольнить конкретне підприємство в конкретній сфері та з урахуванням специфіки його діяльності. Тому потрібна індивідуальна автоматизована система, що задовольнить усі покладені на неї задачі.

Для успішної розробки та впровадження системи виникає необхідність створення плану проектних робіт, що знизить ризики втрат при впровадженні та подальшій її експлуатації.

Саме коли у керівника проектів виникають сумніви у перспективах розвитку та успіху проекту необхідно використати метод «стартапів» [1]. Тобто швидкі початки виконання робіт, що особливо важливо при гнучкому підході розробки та впровадження автоматизованих систем, що забезпечить оперативність виконання робіт на кожній зі стадій проекту. Такий метод передбачає собою певні обмеження у фінансуванні проекту, так як він є по-суті експериментальним. Проект в своєму розвитку пройде п'ять стадій: початкову стадію, стадію запуску, стадію розвитку, стадію розширення і стадію виходу (рис.1.).

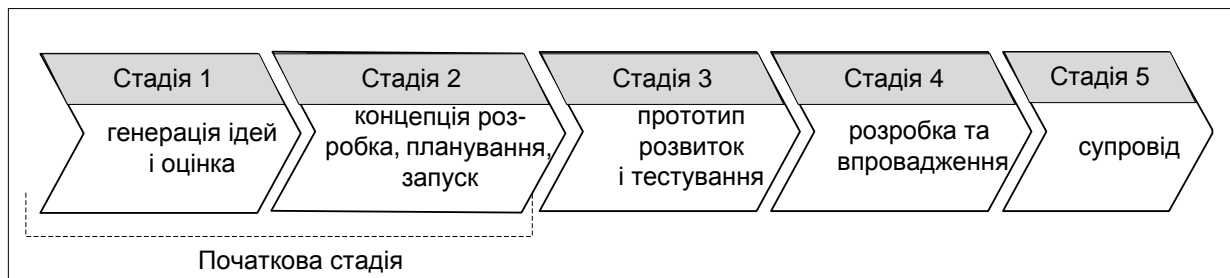


Рис. 1. Схематичне зображення стадій проекту

Перевага даного методу полягає в тому, що при відхиленні від запланованої моделі розробки та впровадження автоматизованої системи (гнучке впровадження) не буде таких великих збитків по ресурсам (фінансовим, матеріальним, трудовим) до запуску системи, які б могли бути, якщо впровадити проект повністю до кінця без врахування нюансів, що виникають при впровадженні. Саме неправильне впровадження може призвести до великих збитків, чи навіть до банкрутства компанії. Такий підхід дає можливість значно убезпечити себе від серйозних втрат капіталу при його реалізації, а також дає право на життя та успіх тим проектам, які без такого підходу могли б бути не реалізованими.



Кожне впровадження для команди проекту – це експеримент. І саме від успіху цього експерименту залежить успіх роботи компанії в подальшому [2]. Та завжди автоматизована система повинна вирішувати наступні задачі:

- чи усвідомлює замовник які проблеми та задачі повинна вирішити система;
- яка глибина автоматизації та функції, що будуть в ній реалізовані;
- чи задовольняють фінансові показники впровадження автоматизованої системи замовника;
- чи можливо запрограмувати бажання замовника;

Перші три питання можуть коригуватись на рівні замовника та керівника проекту, і лише четвертий пункт являється критичним для початку будь-яких робіт на проекті.

Після передпроектних домовленостей виникає необхідність оцінки команди проекту, що буде відповідати за кожну його стадію:

- а) компетентність учасників команди в предметній області проекту;
- б) здатність учасників команди до ефективної спільної роботи.

Компетентність учасників визначається ступенем ранжування та кваліфікації кожного з учасників. Та при методі «стартапів» виникає потреба підвищеної відповідальності на кожній з віх проекту та можливість співпраці на роботах.

Таким чином, для рейтингування «стартапів» необхідно використати кваліметричну методику, в якій у якості критерію ранжування стартапів на проекті буде використано показник «інтегральна якість», а при відборі експертів (облік їх експертних оцінок) — «якість».

Кваліметричний підхід кількісної оцінки якості співробітників [3,4] забезпечить можливість участі на проекті відповідної команди з необхідною кваліфікацією, для виконання поставлених задач.

Для визначення цих оцінок необхідно співставити кількісні показники кваліфікаційних характеристик співробітника та відносні показники необхідної кваліфікації роботи. Почати підбір необхідно з найнижчих показників як персоналу так і робіт. Саме таке співвідношення дозволить обрати робітників з необхідним рівнем знань, та уникнути перенавантаження роботами високо кваліфікаційного персоналу.

### Література

1. *Бланк С.* Стартап: Настольная книга основателя / Стив Бланк, Боб Дорф; Пер с англ. – М.: Альпина Паблицер, 2013. – 616 с.
2. start up - стартап- как это работает [Електронний ресурс]: Сторінка доступу: <http://успехgu.ru/>
3. *Азгальдов Г.Г.* Квалиметрия: первоначальные сведения. Справочное пособие с примером для АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов»: Учеб. пособие/ Г.Г. Азгальдов, А.В. Костин, В.В. Садовов. — М.: Высш. шк., 2011. — 143 с.
4. *Азгальдов Г.Г.* Квалиметрия для всех: Учеб. пособие / Г.Г. Азгальдов, А.В. Костин, В.В. Садовов. — М.: ИнформЗнание, 2012. — 165 с.

## **Оцінка фінансового стану підприємства з використанням сучасних інформаційних технологій**

**Т.М. Горлова**

*Національний університет харчових технологій*

В складний економічний період в Україні аналіз стану підприємства, моніторинг та попередження негативних факторів, що можуть впливати на діяльність підприємства є основними передумовами становлення, розвитку та процвітання підприємства у майбутньому.

Фінансовий стан є найважливішою характеристикою економічної діяльності підприємства. Вона визначає конкурентоздатність підприємства, його потенціал у діловому співробітництві и дає можливість оцінити у якому ступені гарантовані економічні інтереси самого підприємства і його партнерів з фінансових та інших відносин.

Результати аналізу фінансового стану підприємства мають першочергове значення для широкого кола споживачів і внутрішніх, і зовнішніх по відношенню до підприємства.

Аналітичні дослідження фінансового стану підприємства містять багато різноманітних розрахунків, обробку, аналіз та інтерпретацію отриманих результатів, що займає багато часу. Об'єктом таких досліджень може виступати одразу кілька підприємств, що входять до єдиної корпорації або будь-якої складної організації. Тому при несвоєчасному отриманні необхідної інформації, може постраждати не тільки якість результату прийняття управлінських рішень на одному підприємстві, але й організація в цілому.

Однією з задач, що виникає при аналізі роботи підприємства є отримання оцінки фінансового стану підприємства. У більшості випадків при аналізі фінансово-господарської діяльності підприємства застосовують в першу чергу неформальні методи, а також класичні методи економічного аналізу та статистики [1, 2].

В даний час на ринку комп'ютерних програм багато продуктів, які дозволяють користувачам оцінити результати діяльності підприємства за даними бухгалтерської звітності. Вони розрізняються як за спектром задіяних показників, так і за реалізованими в них підходами до вирішення основних завдань аналізу фінансово-господарської діяльності підприємств [2, 3].

В роботі розроблений підхід до оцінки фінансового стану підприємства на основі офіційної звітності, яка завжди є доступною для дослідження, та реалізована система експрес-аналізу фінансового стану підприємств [3, 4, 5]. Система виконує розрахунок основних фінансових показників та горизонтальний і вертикальний аналіз фінансової звітності. На основі даних офіційної бухгалтерської звітності підприємства, використовуючи створену інформаційну систему, було реалізовано розрахунок різних показників фінансового стану підприємства та розроблені аналітичні таблиці для

горизонтального та вертикального аналізу звітності, а також агреговану форму балансу для загальної оцінки стану підприємства.

За допомогою розробленої системи проведено фінансовий аналіз підприємства в м. Києві. Результати аналізу показали, що підприємство має недостатню фінансову стійкість. Це підтверджують отримані дані, які стосуються коефіцієнту абсолютної ліквідності і свідчать, що підприємство в змозі негайно погасити лише 1,6% короткострокової заборгованості. Значення коефіцієнту швидкої ліквідності також має низьке значення, вдвічі менше нормативного і лише тільки значення коефіцієнту загальної ліквідності знаходиться в межах норми, навіть перевищує її. Але високі показники загальної ліквідності свідчать не про стабільний фінансовий стан підприємства і про ефективність його діяльності, а про наявність позанормативних виробничих запасів.

Результатом роботи є розробка підходу оцінки фінансового стану підприємства на основі офіційної звітності з використання сучасних підходів, що дає можливість проведення експрес-аналізу фінансового стану підприємства.

Розроблена система фінансового аналізу підприємств дозволяє для будь якого підприємства дослідити його фінансовий стан. Чим раніше будуть виявлені відхилення від бажаного напрямку розвитку та визначено їх причини, тим ефективнішою буде фінансова діяльність. Саме для оптимізації та максимальної результативності аналізу фінансового стану підприємств розроблені методичні рекомендації до програмного продукту аналізу фінансового стану підприємств та реалізована система фінансового експрес-аналізу.

На основі результатів аналізу стає можливим науково обґрунтоване управління господарськими процесами, що забезпечує досягнення намічених і стратегічних цілей.

Результати роботи можуть бути використані при дослідженні питань прогнозування фінансового стану підприємств та для обґрунтування управлінських рішень у діяльності підприємства в інтерактивному режимі.

### Література

1. *Ковалева В.* Финансовый анализ: методы и процедуры / В. Ковалева. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 322 с.
2. *Ковалев В.В.* Анализ хозяйственной деятельности предприятия. Учебник / В.В. Ковалев, О.Н. Волкова. – М.: ООО "ТК Велби", 2002. – 424 с.
3. *Абрютина М.С.* Экспресс-анализ финансовой отчетности : метод. пособие / М. С. Абрютина – М.: Издательство “Дело и Сервис”, 2003. – 256 с.
4. *Іванюта П.В.* Управлінські інформаційні системи в аналізі та аудиті : навчальний посібник / П. В. Іванюта. – К.: ЦУЛ, 2007. – 180 с.
5. *Ізмайлова К. В.* Сучасні технології фінансового аналізу: Навч. посіб./ К.В. Ізмайлова. — К.: МАУП, 2003. — 148 с.

## Технологія освоєння і впровадження CASE-засобів на підприємстві

Л.Г. Загоровська

*Національний університет харчових технологій*

Одним із дієвих напрямів реінжинірингу бізнес-процесів підприємств є освоєння і впровадження CASE-засобів (Computer Aided Software Engineering), які у поєднанні із системним програмним забезпеченням (ПЗ) і технічними засобами утворюють повне середовище розроблення і супроводження інформаційних систем, включаючи аналіз і формулювання вимог, проектування прикладного програмного забезпечення і баз даних, генерацію коду, тестування, документування, конфігураційне управління й управління проектом [1].

Процес впровадження CASE-засобів складається з наступних етапів: визначення потреб підприємства у CASE-засобах; оцінка і вибір CASE-засобів; виконання пілотного проекту; практичне впровадження CASE-засобів.

Визначення потреб у CASE-засобах включає: аналіз можливостей підприємства та його готовність до впровадження CASE-засобів; досягнення розуміння потреб підприємства і технології подальшого процесу впровадження CASE-засобів; виділення тих областей діяльності підприємства, в яких застосування CASE-засобів може принести реальну користь; визначення критеріїв успішного впровадження CASE-засобів та розроблення стратегії їх впровадження.

Першою дією даного етапу є аналіз можливостей підприємства у відношенні її технологічної бази, персоналу і використовуваного ПЗ. Формальні підходи визначаються моделлю оцінки зрілості технологічних процесів організації CMM (Capability Maturity Model), розробленої SEI (Software Engineering Institute), а також стандартами ISO 9001: 1994, ISO 9003-3: 1991 та ISO 9004-2:1991. Метою оцінки готовності підприємства є визначення того, наскільки воно здатне сприйняти як термінові, так і довгострокові наслідки впровадження CASE-засобів. Питання, що стосуються оцінки готовності, включають наступні: підтримка проекту з боку вищого керівництва; готовність підприємства до довгострокового фінансування проекту; готовність підприємства до виділення необхідних фахівців для участі в процесі впровадження і до їх навчання; готовність персоналу до істотної зміни технології своєї роботи; ступінь розуміння персоналом масштабу змін; готовність технічних фахівців і менеджерів піти на можливе короткочасне зниження продуктивності своєї роботи; готовність керівництва до довготривалого очікування віддачі від вкладених коштів[2].

Визначення потреб має виконуватися в поєднанні з оглядом ринку CASE-засобів, оскільки інформація про технології, доступні на ринку в даний момент, може вплинути на потреби. Цілі підприємства відіграють головну роль у

визначенні його конкретних потреб та очікуваних результатів. Після визначення потреб підприємства кожній з них може бути присвоєно певний пріоритет, що відображає її значимість для його успішної діяльності. Якщо потреби, пов'язані з CASE-технологією, не мають вищого пріоритету, має сенс відмовитися від її впровадження та зосередитися на потребах з найвищим пріоритетом.

Критерії повинні дозволяти кількісно оцінювати ступінь задоволення кожної з потреб, пов'язаних з впровадженням. Крім того, за кожним критерієм має бути визначено його конкретне оптимальне значення. На певних етапах впровадження ці критерії повинні аналізуватися для того, щоб визначити поточний ступінь задоволення потреб.

Для реалізації стратегії використовують одним з наступних підходів: низхідний або висхідний, кожен з яких має свої переваги та недоліки.

Низхідний підхід визнає важливість дослідження всіх типів CASE-засобів, документування процесів розробки й супроводу ПЗ до того, як визначаються вимоги до CASE-засобів. Даний підхід призводить до загальної реорганізації процесів створення та супроводження ПЗ. Перевага низхідного підходу полягає в тому, що він охоплює всі процеси створення і супроводу ПЗ, забезпечуючи максимально можливу їх автоматизацію. Спадний підхід вимагає для своєї реалізації значних людських і фінансових ресурсів. Реалізацією такого підходу важче управляти, він містить у собі підвищений ризик провалу.

Висхідний підхід починається з визначення деякого засобу або типу засобів, які потенційно можуть допомогти підприємству у поліпшенні виконання поточної роботи. Переваги даного підходу: мінімальні витрати на автоматизацію; автоматизація може бути виконана за короткий проміжок часу, дозволяючи швидко усунути відомі недоліки в існуючих процесах; невеликий масштаб висхідної стратегії дозволяє краще фокусувати й контролювати вплив, який чиниться на існуючі процеси. Недоліки цього підходу: придбані засоби можуть погано інтегруватися між собою.

Висхідний підхід рекомендується для підприємств з вузько специфічними потребами в автоматизації, що не потребують загального вдосконалення бізнес-процесів. У той час як даний підхід може допомогти організації задовольнити нагальні потреби та розвинути основні процеси, залишається суттєва небезпека того, що обраний засіб не зробить істотного впливу на такі фактори, як якість і продуктивність.

Процес успішного впровадження CASE-засобів не обмежується тільки їх використанням. Насправді він охоплює планування і реалізацію безлічі технічних, організаційних, структурних процесів, змін в загальній культурі організації, і заснований на чіткому розумінні можливостей CASE-засобів.

### Література

1. *Хаммер, М.* Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе / М.Хаммер, Дж. Чампи // Пер. с англ. Ю.Е. Корнилович. – 2-е изд. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2007. – 288 с.
2. *Калянов Г. Н.* CASE-технологии. Консалтинг в автоматизации бизнес-процесов / Г.Н. Калянов – М.: Горячая линия-Телеком, 2000. – 230с.

## Виртуальный стенд для исследования функционирования холодильной турбокомпрессорной установки

П.В. Затворницкий, К.С. Дуков, А.А. Гурский

*Одесская национальная академия пищевых технологий*

Холодильная турбокомпрессорная установка это объект в основном с большим энергопотреблением, а приобретение его требует значительных финансовых средств. В связи с этим в рамках лабораторных исследований целесообразно реальную установку заменить электронным симулятором. Создание такого симулятора для имитации технологического процесса производства холода можно осуществить с помощью программного средства National Instruments Labview, который представляет язык графического программирования удобный для создания виртуальных лабораторных стендов.

В настоящей работе в среде Labview была разработана модель холодильной установки с центробежным компрессором как объектом управления (рисунок 1), а также система управления.

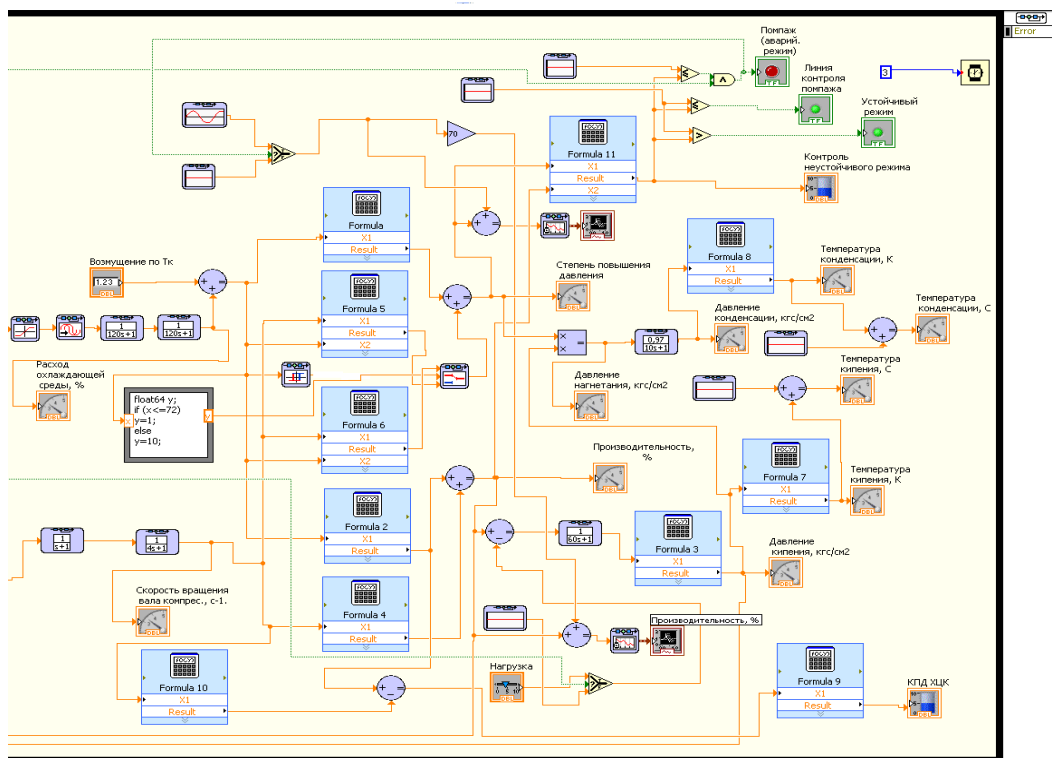


Рис. 1. Схема модели, реализованная средствами среды Labview

Данная модель построена на основании характеристик холодильного центробежного компрессора при различных скоростях вращения вала. Модель отражает существенно нелинейный объект с неустойчивой областью функционирования [1]. При построении модели, на основании различных математических экспериментов, было установлено, что наиболее адекватные результаты моделирования можно получить, если описывать статические характеристики объекта сплайн-функциями.

Разработанная модель холодильной установки с центробежным компрессором была выполнена в составе виртуального лабораторного стенда, лицевая панель которого представлена на рисунке 2.

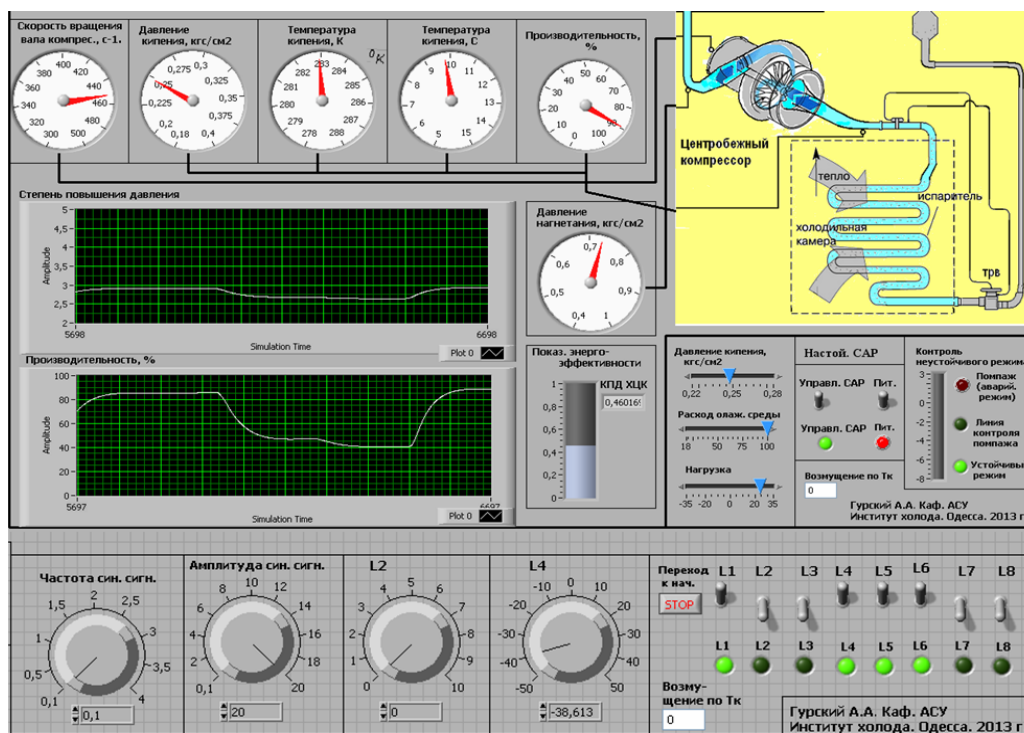


Рис. 2. Лицевая панель виртуального стенда для исследования функционирования холодильной установки

Как видно из рисунка 2 при проведении лабораторной работы на виртуальном стенде можно изменять заданное давление кипения, расход охлаждающей среды на конденсаторе, нагрузку на установку и корректировать работу системы управления, при этом, можно наблюдать изменение различных технологических параметров, а также КПД центробежного компрессора, который определяется расчетным путем.

Данный виртуальный стенд применяется в Одесской национальной академии пищевых технологий при проведении лабораторных работ по дисциплинам: «Контроль и диагностика систем управления» и «Энергоэффективное управление холодильными установками». Разработанный стенд позволяет проводить исследование энергоэффективности функционирования холодильной установки при различных режимах работы и при различных системах управления, а также проводить исследование влияний изменений в цепи управления на работу объекта.

### Литература

1. Гурский А.А. Особенности моделирования центробежного компрессора / А.А. Гурский, В.А. Денисенко, А.Е. Гончаренко // Холодильная техника и технология – 2013. – № 2 – С. 92–95.

## Імітаційна модель каналу передачі даних в інформаційних системах управління

**В.О. Зубенко, С.І. Осадчий**

*Кіровоградський національний технічний університет*

Досвід експлуатації інтелектуальних систем управління і мереж зв'язку, результати досліджень ефективності вживаних методів завадостійкого кодування показали, що найбільший енергетичний вигравш від кодування при передачі інформації дає використання згорткових кодів і паралельних каскадних кодових конструкцій на їх основі (турбо-кодів). [1] У той же час існуючі методи і алгоритми швидкого декодування не оптимальні по критерію мінімізації ймовірності помилки, а вживана схема з жорсткими рішеннями не дозволяє добитися високої завадостійкості передачі дискретних повідомлень.

Таким чином, розробка нових методів побудови та декодування каскадних кодових конструкцій з покращеними властивостями є актуальним складним науковим-технічним завданням, спрямованим на підвищення завадостійкості передачі дискретних повідомлень інтелектуальних систем управління.

З метою виконання цього завдання, на основі математичного апарату статистичної перевірки гіпотез, запропонована процедура оцінювання ймовірності помилкового прийому символів повідомлення при фіксованому співвідношенні «сигнал/шум». В результаті досліджень розроблена імітаційна модель каналу передачі дискретних повідомлень (рис. 1) на основі каскадних кодових конструкцій і методів декодування з ітеративним обміном

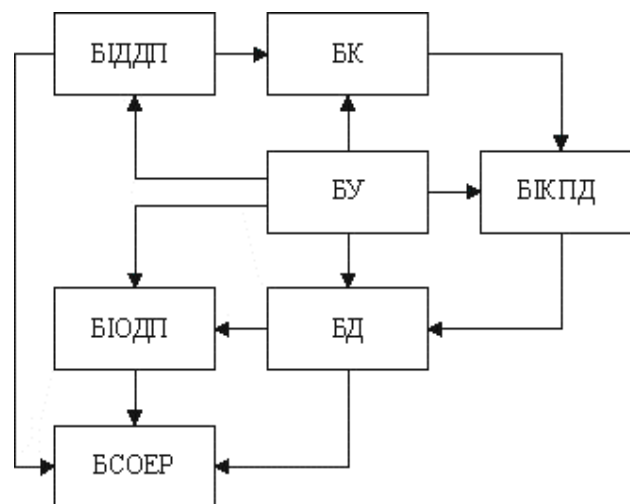


Рис. 1. Структурна схема розробленої імітаційної моделі каналу передачі дискретних повідомлень

м'яких рішень. Структурно вона складається з блоку імітації джерела дискретних повідомлень (БІДДП), блоку кодування лінійним каскадним блоковим кодом (БК), блоку імітації каналу передачі даних (каналу AWGN) (БКПД), блоку декодування з ітеративним обміном м'яких рішень між



складеними декодерами каскадної кодової конструкції (БД), блоку імітації одержувача дискретних повідомлень (БЮДП), блоку статистичної обробки експериментальних результатів (БСОЕР) і блоку узгодження (БУ).

Модель, структура якої наведена на рис. 1, забезпечила можливість проведення експериментальних досліджень ефективності каскадних кодових конструкцій з використанням запропонованого методу м'якого декодування. Розроблена методика проведення експериментальних досліджень дозволила проаналізувати поведінку залежностей ймовірності помилок від кількості ітерацій турбодекодера та із заданою довірчою ймовірністю і встановленим довірчим інтервалом при фіксованому співвідношенні «сигнал/шум» одержувати достовірні залежності перешкодостійкості передачі дискретних повідомлень.

В результаті моделювання отримані емпіричні залежності ймовірності помилкового прийому символів повідомлення для ітеративного  $(7,4,3) \times (7,4,3)$  двійкового коду зі швидкістю  $R \approx 0,33$ , ітеративного  $(15,11,3) \times (15,11,3)$  двійкового коду ( $R \approx 0,54$ ) з м'яким декодуванням, ітеративного  $(31,26,3) \times (31,26,3)$  двійкового коду ( $R \approx 0,7$ ). [2]

Аналіз отриманих графіків показав, що застосування ітеративного коду з м'яким декодуванням приводить до істотного енергетичного виграшу від кодування. Енергетичний виграш зростає при підвищенні якості каналу передачі даних.

Одержані емпіричні залежності сходяться з відомими результатами в області розробки та дослідження турбо-продуктивних кодів (ітеративних кодів з турбо-декодуванням).

В результаті проведених досліджень отримані результати порівняльних досліджень завадостійкості передачі дискретних повідомлень з використанням згортальних кодів, каскадних схем з кодами Ріда-Соломона і турбо-продуктивних кодів. Рекомендовані параметри ітеративних кодів для використання їх спільно з розробленим методом турбо-декодування для використання в інтелектуальних системах управління.

### Література

1. Гусев С.А. Исследование методов построения каскадных кодовых конструкций для повышения помехоустойчивости передачи дискретных сообщений [Текст] / С.И.Приходько, С.А.Гусев, В.А.Зубенко // Системи управління, навігації та зв'язку. – Київ: Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління, 2011 р. – Випуск 1 (17). – С.219-224.

2. Зубенко В.А. Разработка имитационной модели канала передачи дискретных сообщений с использованием каскадных кодовых конструкций [Текст] / В.И. Поддубняк, В.А.Зубенко // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць Кіровоградського національного технічного університету. – Кіровоград: КНТУ, 2012 р. – Вип. 25. Ч II. – С. 80-85.

**EASY RSS – соціальний агрегатор новин****В.В. Єршов***Кіровоградський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка*

В наш час залишатися на плаву можна тільки лише будучи в курсі останніх новин. Новинні потоки міцно увійшли в наше життя: динаміки, монітори, газети та журнали постійно сповіщують про останні події. В мережі ж інтернет одним з найбільш популярних форматів представлення новин ось уже довгий час є RSS стрічки, до яких лише продовжує зростати інтерес користувачів. Тому розробка універсального функціонального програмного засобу для перегляду новин з інструментарієм соціалізації і стала метою цієї роботи. Easy RSS являє собою повноцінний універсальний RSS рідер (тобто переглядач) новин стрічок, або RSS-агрегатор. Він поєднує в собі RSS-парсер, багатоступінчастий контролер навігацій та інтернет-браузер для платформи iOS. Підтримується версія додатка як для iPhone, так і для iPad. Програма поки що доступна на 2 мовах - англійській і російській. Особливостями продукту є підтримка популярних соціальних мереж (Facebook, Twitter, Google+, Вконтакте), можливість відправляти новини по електронній пошті, створювати списки улюблених новинних порталів і новин. Графічний інтерфейс дружній до користувача: в вікнах переважають звичні елементи управління, навігація між екранами побудована інтуїтивно. На відміну від багатьох конкурентів продукт не вимогливий до системних ресурсів і має досить невеликий об'єм (менше за 1 мегабайт). З міркувань ергономіки інтерфейси для обох типів пристроїв відрізняються. Для телефону є 3 вкладки: у вкладці «Останні» користувач може вибрати зі списку новинний джерело, в «Вибране» побачить відмічені новини, а в пункті «Ще» йому будуть доступні настройки і сервісна інформація. В планшетному варіанті на головному екрані доступні 3 стилізовані кнопки, семантично аналогічні вкладкам телефонної версії. Після вибору RSS-стрічки користувачеві завантажуються останні новини, з якою з яких він може ознайомитися докладніше на окремому екрані (а у планшетної версії і окремий екран зовсім не обов'язковий - все доступно в поповерах (спливаючих вікнах), що виникають при натисканні на ярлик). Там же можна вподобану новину запостити в соц. мережу, відправити поштою, додати в «Вибране» або ж переглянути в браузері оригінал на сайті джерела. У списку обраних новин легко орієнтуватися простим скролінгом, а при виборі новини зі списку миттєво здійснюється перехід на її першоджерело. В розділі налаштувань можна додати нову новинну адресу, відвідати сторінки додатка в соціальних мережах або перейти на сайт продукту. У тому ж екрані доступна інформація про використовуване в даний момент з'єднання. Крім того, у всіх екранах програми підтримуються вже знайомі і звичні користувачеві функції - редагування таблиць, переміщення комірок з секції в секцію, переходи по зовнішнім посиланням та інше. Додаток має привабливе і не нав'язливе оформлення і може використовуватися широкою цільовою аудиторією -

школярами, бізнесменами, студентами і просто всіма тими, хто завжди бажає залишатися в курсі останніх новин в найрізноманітніших сферах.

При розробці програмного засобу ставиться мета не лише надати можливість перегляду новин, а й втілити можливість взаємодії з найпопулярнішими в українських користувачів соціальними мережами.

Отже, об'єктом дослідження в нашому випадку є поєднання RSS-технологій з соціальними мережами. Предмет дослідження – розробка соціального програмного додатку для мобільних операційних систем. Мета дослідження – створення програмного засобу – електронного агрегатора новин під назвою Easy RSS. Додаток має ряд ключових особливостей:

- Універсальність і простота використання (інтуїтивний інтерфейс);
- Низькі системні вимоги і підтримка як iPhone, так і iPad;
- Збереження даних користувача;
- Відправлення новин по електронній пошті;
- Наявність вбудованого браузера з можливістю навігації ресурсами;
- Інтеграція з соціальними мережами Facebook, Twitter, Google+;
- Інтеграція з Вконтакте, що рідко зустрічається серед RSS-агрегаторів.

В процесі розробки були використані новітні технології та прийоми програмування. Ядро додатка базується на фреймворку Foundation.framework і CoreGraphics.framework, а локалізація здійснюється за допомогою класу NSLocalizedString. Перехід між вікнами програми забезпечується за допомогою компонентів UITabBarController і UINavigationController, а за відображення і взаємодія елементів управління відповідає UIKit.framework. Парсинг RSS в продукті можливий завдяки NSXMLParserDelegate і підтримці реалізації JSONKit, коректність з'єднання та інформація про нього покладена на клас Apple Reachability і фреймворк SystemConfiguration.framework. Діалог з користувачем побудований на UIAlertViewDelegate і UIActionSheetDelegate, правильне відображення і оновлення всіх таблиць в програмі забезпечує елемент UITableViewDelegate. Пошук по новинах і стрічках можливий завдяки UISearchDisplayDelegate, а збереження та завантаження даних користувача базується на використанні NSUserDefaults. Механізм передачі повідомлень всередині програми організований у вигляді центру повідомлень NSNotificationCenter, UIWebViewDelegate ж дозволяє користувачеві переглядати новини у вбудованому браузері. Відправлення новин електронною поштою відбувається з використанням MessageUI.framework і класу MFMailComposeViewControllerDelegate, авторизація в Twitter - з Twitter.framework. Для взаємодії з мережею Facebook в додаток впроваджений Facebook SDK, а для доступу в Вконтакте задіяні VK API.

### Література

1. *Здзиарски Д.* iPhone SDK. Разработка приложений / Д. Здзиарски. – БХВ, 2012. – 506 с.
2. *Кнастер С.* Objective-C. Программирование для iOS / С. Кнастер – Вильямс, 2012. – 304 с.
3. *Конвэй Д.* Программирование под iOS / Д.Конвэй. – Питер, 2011. – 608с.

## Використання об'єктно-реляційних відображень при розробці застосунків для інформаційних систем управління у виробництві

П.С. Єршов

*НТУУ «Київський політехнічний інститут»*

Сучасні методи розробки інформаційних систем у виробництві потребують додаткових застосунків, призначених для використання на мобільних платформах, що потребують швидких, ефективних та простих у роботі засобів доступу до баз даних.

В нинішній час актуальним є використання технологій, які поєднують бази даних із концепціями об'єктно-орієнтованого програмування, зокрема, ORM (Object-relational mapping), тобто, об'єктно-реляційні відображення даних. Одним із прикладів такої технології є ORM фреймворку Django, що використовується для розробки веб-застосунків мовою Python. Ще однією реалізацією такого підходу є використання засобів бібліотеки SQLAlchemy мови Python.

Обидві технології призначені для синхронізації об'єктів Python та записів реляційної бази даних. Вони дозволяють описувати структуру баз даних та засоби взаємодії між ними без використання мови SQL. Бек-енд працює для поширених нині СУБД, таких, як PostgreSQL, MySQL, SQLite, Oracle, між якими можна переключатися за допомогою зміни конфігурації.

Django ORM має зручні класи та функції для швидкого виконання простих запитів, таких, як SELECT, UPDATE, та INSERT із можливістю фільтрування результатів. Для виконання запитів із агрегацією та роботи зі складними типами даних використовуються вбудовані в ORM бібліотеки Q-objects та F-objects. Це доречно при швидкій розробці веб-застосунків, які працюють із великою кількістю сутностей. Проте, є випадки, коли для складних вибірок даних засобами розглянутої технології доводиться виконувати кілька складних запитів до БД, що зменшує швидкодію програмних процесів, а також сповільнює процес пошуку оптимального рішення проблеми розробником.

SQLAlchemy, окрім схожої ORM, має класи та функції роботи з SQL-запитами, підтримує транзакції. Це дозволяє подолати проблеми, пов'язані зі зручністю розробки в деяких випадках та проблем Django ORM, зазначених вище.

Вибір технологій доступу до БД при розробці залежить від призначення розроблюваного програмного забезпечення. Поєднання двох вищеописаних засобів мови програмування Python не є доцільним через незручність спільного використання. Проте, на стадії проектування програмного продукту необхідно визначити об'єми даних та структуру БД, і на базі цього зробити вибір підходу, а саме – використання зручних та простих засобів ORM для швидкої розробки, виклик SQL-запитів для доступу до складних структур даних, чи використання транзакційного підходу для забезпечення безпеки роботи з даними.

## Алгоритм та програмне забезпечення розрахунку тягової здатності приводу та натяжних пристроїв конвеєрів

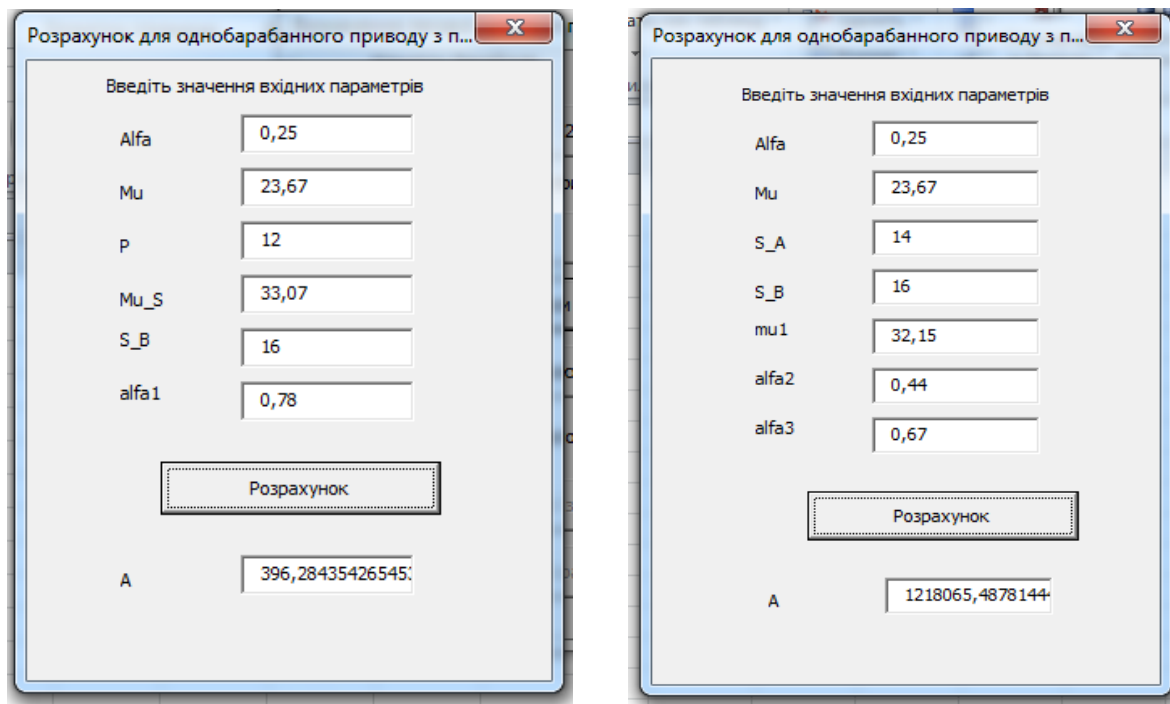
**М.О.Кіктєв**

*Національний університет біоресурсів та природокористування України*

При проектуванні стрічкових конвеєрів оптимальні параметри встановлюються багатократними перерахунками, тому що при зміні хоча б одного з вхідних даних змінюється параметри установки в ньому. Задача встановлення оптимальних параметрів конвеєрної установки пов'язана з великим обсягом розрахункових робіт, час виконання яких може бути скорочено застосуванням ЕОМ. Дослідження та аналіз схем і конструкцій підземних стрічкових конвеєрів дозволили виділити основні задачі проектування та визначити необхідність їх вирішення по єдиній розрахунковій схемі, можливій для реалізації на ЕОМ з застосуванням сучасних об'єктно-орієнтованих мов програмування [1,2].

В результаті розроблено методика розрахунку тягових параметрів аналізу натягнень в характерних точках стрічки в режимі завантаження – відвантаження підземних стрічкових конвеєрів з застосуванням ЕОМ при вирішенні різних завдань проектування для всіх типів конвеєрів. Одним з найважливіших етапів при розрахунку та проектуванні стрічкових конвеєрів є визначення тягового фактора приводу, яке повинно забезпечувати передачу тягового (тормозного) зусилля стрічки в усіх режимах роботи без пробуксовки стрічки на привідних барабанах. Тому задача розробки алгоритму розрахунку тягової здатності приводу та реалізація його на сучасній алгоритмічній мові програмування Visual Basic for Application (VBA) є актуальною.

Для реалізації алгоритму розрахунку тягової здатності приводу необхідно розробити експертну систему прийняття рішень. Коефіцієнт тертя між поверхнею барабану та стрічкою (або притискним роликком)  $\mu$  визначається шляхом вибору з бази знань. На рис. 1. показані візуальні форми реалізації алгоритму розрахунку тягової здатності приводу конвеєру на мові VBA. В залежності від кількості барабанів, що застосовуються в конвеєрі, обирають режим та тип приводу. Для однобарабанного приводу обирається тип приводу: класичний, з притискним роликком або з притискною стрічкою. Для двобарабанного приводу обирається тип приводу: з жорстким кінематичним зв'язком або з незалежним зв'язком між барабанами. Далі відкривається одна з форм для введення вхідних даних. Після введення даних здійснюється розрахунок тягового фактору приводу у відповідності з формулою для кожного типу приводу. Результат виводиться у текстове вікно.



а

б

Рис. 4. Візуальна форма для розрахунку основних параметрів конвеєра: а - притискний ролик, б- притискна стрічка

Дослідження алгоритму та програмного забезпечення є продовженням циклу робіт, що проводилися у науково-дослідних інститутах СРСР та України в 70-90-ті роки стосовно проектування стрічкових конвеєрів з точки зору шахтної безпеки. Новизна досліджень полягає в автоматизації проектування конвеєрів, використанні сучасних засобів комп'ютерної техніки та алгоритмічних мов. Результати дослідження можна використовувати при проектуванні конвеєрних ліній у будь-яких галузях промисловості. В подальшому планується розповсюдити дослідження на інші етапи проектування конвеєрних ліній, розробити електронні довідники, які б містили коефіцієнти для розрахунку конвеєрів.

В результаті проведених досліджень:

- формалізований другий етап проектування шахтних конвеєрів – розрахунку тягового фактору;
- розроблені алгоритми визначення коефіцієнту тертя в експертній системі та визначення тягового фактору;
- розроблено та протестоване програмне забезпечення щодо реалізації даних алгоритмів в середовищі MS Excel та за допомогою мови програмування VBA.

### Література

1. Киктев, Н.А. Методика системы отображения процесса автоматизации участкового конвейерного транспорта [Текст] / Н.А.Киктев, Я.А.Савицкая, Н.И.Чичикало // Энергетика і автоматика. – 2014. - № 1, 2014. – 9 с.
2. Аверченков, В.И. Конвейеры с подвесной лентой [Текст] // В.И.Аверченков, С.В.Давыдов, В.П.Дунаев, В.Н.Ивченко / М., Флинта, 2011. – 256 с.

## Використання системи управління навчанням Moodle в освітніх закладах України – перший крок до реформування традиційної освіти

**О.М. Клименко**

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»*

Наразі в Україні набувають популярності он-лайн курси найкращих світових університетів, такі як Coursera, edX. Все більше людей, серед яких не тільки молодь, займаються самоосвітою за допомогою цих курсів. Ці курси роблять освіту доступною та якісною. Сучасний та цікавий навчальний матеріал відкритий студентам цілодобово, що дає можливість організувати час свого навчання найзручнішим чином. Матеріал не простий і потребує для обробки інтелектуальних зусиль та витрат часу. Найцікавішим в цих курсах, я вважаю, є саме завдання для контролю засвоєння матеріалу. Контрольні завдання та тести підібрані таким чином, що для їх виконання потрібне глибоке осмислення наданих на курсі знань. Вони вчать мислити.

На мою думку, що саме такого підходу не вистачає нашій українській освіті: як середній, так і вищій. Студент має вчитися мислити і застосовувати свої знання на практиці. Замість цього часто від студента вимагається завчити матеріал на пам'ять.

Ще однією важливою особливістю є необмежена кількість спроб здачі тесту до дедлайну. Необмежена кількість спроб за певний період зменшує психологічне навантаження на студента, що сприяє покращенню якості його роботи. Це дуже відрізняється від традиційних принципів перевірки знань – одноразова здача завдання без можливості покращити свій результат, хоча б протягом певного періоду.

Підсумовуючи, головними принципами, до яких має прямувати наша освіта є:

1. доступність через Інтернет у будь-який час для різних видів гаджетів;
2. цікаві завдання, які перевіряють розуміння студентом матеріалу і вміння застосовувати на практиці.

Для реалізації цих пунктів може бути використане Moodle - безкоштовна, відкрита система управління навчанням. Moodle надає можливість викладачам створювати онлайн підтримку для навчальної дисципліни. Типова функціональність Moodle включає задачу завдань, завантаження файлів, оцінювання, чат, розклад подій, онлайн тестування та інше.

### **Література**

1. Moodle - Open-source learning platform / Moodle.org – Режим доступу: <http://moodle.org> – 09.11.2014р.
2. Coursera / Coursera Inc. – Режим доступу: [www.coursera.org](http://www.coursera.org) – 09.11.2014р.
3. Free online courses from the world's best universities / edX Inc. – Режим доступу: [www.edx.org](http://www.edx.org) – 09.11.2014р.

## Програмна послідовна передача даних до блоку БПІ-52 і інтерфейсу RS-485 мікропроцесорного приладу МІКРОЛ

В. М. Ковалевський, Д. І. Рубіженко

*Національний технічний університет України «КПІ»*

Впровадження інформаційних технологій для поліпшення процесу навчання студентів є актуальним питанням сьогодення. Не завжди фінансові ресурси дозволяють закупляти дороге сучасне устаткування для обладнання навчальних лабораторій, тому вирішення цієї проблеми може бути досягнуто за рахунок розробки і використання спеціальних прикладних програмних продуктів, які могли б частково, або навіть повністю імітувати алгоритми конфігурування параметрів для роботи певного мікропроцесорного приладу. Така прикладна програма [1], як тренажер, була створена для мікропроцесорного технологічного індикатора ІТМ-11 МІКРОЛ.

Важливим є, щоби правильність виконаного за допомогою програмного тренажера конфігурування параметрів (шкала приладу, *MAX* і *MIN* блоку сигналізації та інші) можна було перевірити на реальному мікропроцесорному приладі ІТМ-11. Таку перевірку можна виконати за рахунок передавання до блоку БПІ-52 і інтерфейсу *RS-485* параметрів конфігурування із програмного тренажера у реєстри приладу ІТМ-11, розташованого на панелі стенду (Рис.1).

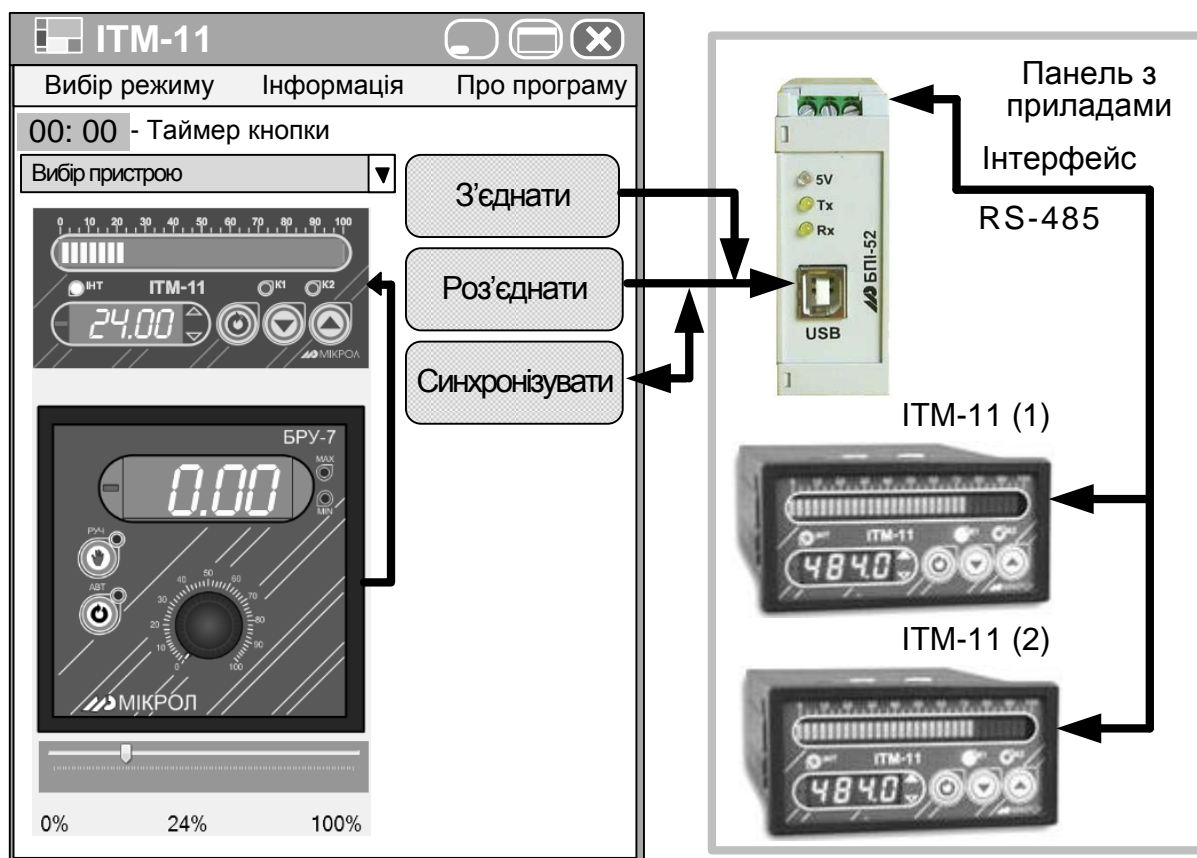


Рис. 1. Схема зв'язку приладів ІТМ-11 з програмним тренажером



З цих причин була розроблена і досліджена робота спеціальної прикладної програми, як програмного інтерфейсу з послідовної передачі даних до блоку БПІ-52 для завантаження через RS-485 параметрів конфігурування у реєстри відповідного реального мікропроцесорного приладу, а також і для зчитування значень параметрів з приладу ІТМ-11 та надсилання до комп'ютерного програмного тренажера.

З'єднання розробленої програми з реальним мікропроцесорним приладом ІТМ-11 відбувається відповідно до протоколу *ModBus* через послідовний *COM*-порт і назва порту, що використовується, є одним із основних параметрів для підключення. Також необхідними параметрами є *BaudRate* – швидкість передавання даних та *DeviceAddress* – адреса мікропроцесорного приладу з яким відбувається з'єднання. Для нашого випадку параметр *DeviceAddress* може приймати два значення: 111 та 112, – для першого приладу ІТМ-11 та другого відповідно. Можна у програмі з послідовної передачі даних обрати, з яким приладом необхідно з'єднуватися, задавши бажану адресу із списку «Вибір приладу». Підключення програми до мікропроцесорного приладу ІТМ-11 відбувається після натискання користувачем кнопки «З'єднати». Для того, щоб передати параметри конфігурування з тренажера до приладу, необхідно натиснути кнопку «Синхронізувати», після чого у реєстри відповідного до обрання мікропроцесорного приладу ІТМ-11 буде записано значення параметрів налаштувань з програмного тренажера. Якщо виникає необхідність налаштувати другий ІТМ-11, то перш за все необхідно відключитися від першого, натиснувши кнопку «Роз'єднати», потім обрати «ІТМ-11(2)» із списку «Вибір приладу» і знову натиснути «З'єднати». Коли зв'язок між програмним тренажером і приладом встановлено, відбувається обмін даними. Повзунок блоку БРУ-7, який зображено у вікні програми тренажера, можна переміщувати «мишкою» по шкалі % і таким чином змінювати значення до імітованого вхідного сигналу (0...5mA) для відображення відповідної до налаштувань величини технологічного параметру у вікні програмного тренажера і одночасно на дисплеях реального мікропроцесорного приладу ІТМ-11.

Використання програмного тренажера разом з розробленим програмним інтерфейсом послідовної передачі даних до БПІ-52 і RS-485 забезпечує перевагу з попереднього самостійного набуття у студентів навичок по алгоритмам і правилам конфігурування мікропроцесорного приладу та при роботі зі справжнім ІТМ-11 унеможливлення блокування приладу або пошкодження.

## Література

1. Рубіженко Д. І., Ковалевський В. М. Програмний тренажер для алгоритмів конфігурування мікропроцесорного технологічного індикатора ІТМ-11 [Текст] / Д. І. Рубіженко, В. М. Ковалевський // АКІТ – 2014: Матеріали конференції. Перша Міжнародна науково-практична конференція молодих учених, студентів та аспірантів; АКІТ-2014; Київ, 16-17 квітня 2014 р. – К.:НТУУ “КПІ”, 2014. – 139 с. : іл. – Бібліогр.: в кінці тез. – С. 63-64. – 130 пр.

## Порівняльний аналіз підтримки веб-інтерфейсів SCADA-системами

О.О. Ковалюк

*Вінницький національний технічний університет*

Управління складними технологічними процесами потребує оперативної взаємодії з системою з боку різних груп користувачів: технологів, диспетчерів, керівників. Одним із способів забезпечення цих вимог є створення веб-інтерфейсів систем управління. Такий підхід дозволяє організувати роботу з системою з використанням «тонкого клієнта» через локальну мережу або мережу Internet. Архітектура «тонкого клієнта» передбачає використання веб-браузера, що дозволяє уникнути інсталяції додаткового прикладного програмного забезпечення.

В наш час більшість розробників враховують тенденції розвитку інформаційних технологій та розробляють модулі для підтримки розподіленої роботи з системою. Проте реалізація та можливості веб-інтерфейсів можуть суттєво відрізнятись, що потрібно враховувати при виборі SCADA-системи. Тому виникає задача провести порівняльний аналіз SCADA-систем в частині підтримки веб-технологій.

Порівняльний аналіз підтримки веб-інтерфейсів популярних SCADA-систем наведено у таблиці I.

Таб. I

Порівняльний аналіз SCADA-систем

SCADA-система	Підтримка веб-інтерфейсу
Advantech Studio [1]	Містить вбудований веб-сервер, обмін даними в форматі xml.
CitectSCADA [2]	Містить вбудований брандмауер. Веб-клієнт двох видів в залежності від ліцензії: лише перегляд або перегляд і управління.
InTouch	Реалізує через розширення InTouch Access Anywhere з підтримкою HTML 5.
TraceMode	Містить TRACE MODE Data Center – сервер для віддаленого веб-доступу до АСУ ТП.

Таким чином, розглянуті SCADA-системи надають можливість роботи через веб-інтерфейс. Подальший вибір системи залежить від вимог замовника щодо безпеки, функцій та технологій реалізації системи.

### Література

1. Advantech WebAccess // [Електронний ресурс] Режим доступу [http://www.advantech.ru/products/SCADA/sub\\_1-39JG0U.aspx](http://www.advantech.ru/products/SCADA/sub_1-39JG0U.aspx)
2. CitectSCADA: Технический обзор // [Електронний ресурс] Режим доступу [http://www.scada.ru/CitectSCADA\\_TechnicalOverview\\_2012.pdf](http://www.scada.ru/CitectSCADA_TechnicalOverview_2012.pdf)

## Забезпечення захисту інформації за рахунок використання віртуальних приватних мереж

**В.О. Кононова, С.В. Грибков**

*Національний університет харчових технологій*

Проблеми інформаційної безпеки України в умовах сучасного світу є надзвичайно актуальними і вимагають поглибленого вивчення. Сучасні інформаційні технології надають нові можливості з обробки, передачі та зберігання інформації, а також підвищують рівень доступності інформаційних ресурсів для користувачів різних категорій. Однак, такі технології можуть бути не тільки корисними, але й небезпечними для інформаційних систем. На даний час приватна й ділова інформація має комерційну вартість, а тому важливою є проблема її захисту від несанкціонованого доступу.

Широке поширення глобальних мереж передачі даних надає можливість об'єднувати територіально розкидані локальні мережі організацій для створення так званих приватних віртуальних мереж (VPN). Вони організують захищений тунель між двома точками доступу з використанням засобів криптографії. При цьому є можливість широкого вибору алгоритмів аутентифікації, шифрування та перевірки цілісності потоку даних. Глобальні мережі в цьому випадку виступають як транспортний компонент, об'єднуючий локальні мережі в єдину інформаційно-обчислювальну систему. Створення віртуальних мереж призвело до стрімкого зростання глобальних мереж, однак для їх об'єднання використовуються виділені канали передачі даних, що призвело: до високої вартості оренди виділених каналів зв'язку; до жорсткої прив'язки до розташування. Наприклад, у разі переїзду офісу компанії з розгорнутим сегментом локальної мережі, пов'язаним виділеним каналом із загальною мережею підприємства, виникають додаткові проблеми з подальшим підключенням локальної та загальної мережі.

VPN реалізується за допомогою міжмережєвих екранів, та засобів побудови VPN. Для максимального рівня захищеності, що призначений для серверів e-Commerce, Internet-банків та ін., можуть бути застосовані кластерні комплекси міжмережєвих екранів для забезпечення відмовостійкості та високу доступність мережєвих ресурсів (наприклад, CheckPoint VPN-1 Appliance на базі Nokia IP650 або CheckPoint VPN-1 з High Availability Module). Також у кластер є можливість включити модуль виявлення атак (RealSecure Appliance).

### Література

1. Защита сетевого периметра: наиболее полное руководство по брандмауэрам, виртуальным частным сетям, маршрутизаторам и системам обнаружения вторжений [Текст] / С. Норткатт [и др.] ; науч. ред. Н. И. Алишов. - К. ; М. ; СПб. : DiaSoft, 2004. - 664 с.

3. *Петров А.А.* Компьютерная безопасность. Криптографические методы защиты. — М.: ДМК, 2000. - 445с.

## Побудова бази знань словозміни польської мови для адаптивного навчання

**М.П. Костіков**

*Національний університет харчових технологій*

Аби навчання іноземної мови з допомогою електронних засобів було ефективнішим, а аналіз помилок студентів — якіснішим, слід формалізувати знання відповідним чином. При навчанні польської мови в Україні особливої ваги набуває граматика, і тому важливо ґрунтовно підійти до моделювання цієї предметної області, зокрема докладно описавши процес словозміни.

Існуючі нині моделі морфології польської мови, які використовуються у граматичних словниках і морфологічних аналізаторах, не пристосовані до навчальних цілей. У них подані словоформи, однак відсутнє пояснення самого процесу їх утворення.

Нашою метою є створення інтелектуальної навчальної системи, що якомога точніше визначала б характер і причини помилок студентів. Тому при моделюванні словозміни було вирішено декомпонувати цей процес, виділивши так звані елементарні перетворення — окремі зміни в написанні слова, такі як додання, вилучення або заміну однієї чи кількох літер.

Моделювання словозміни через елементарні перетворення проводилось наступним чином. Спершу було визначено початковий обсяг слів, словозміну яких моделюватиме наша система. Після вибору 1000 найбільш частотних слів польської мови згідно з [1], всі їхні граматичні форми було автоматично (з допомогою розробленого алгоритму) витягнуто зі словника морфологічного аналізатора Morfologik [2] і збережено в еталонній базі даних. Після цього було формально описано окремі перетворення, комбінації яких дозволяють утворити будь-яку граматичну форму слова від початкової. На сьогодні в рамках описаного підходу виділено 93 перетворення, із застосуванням яких повністю змодельовано словозміну 356 іменників із першої тисячі найчастотніших слів.

Описане виділення найпростіших елементів у процесі словозміни має полегшити управління навчанням як при створенні завдань із граматики, що стосуватимуться конкретних морфологічних правил, так і при визначенні характеру й причин помилок студентів при утворенні ними похідних форм слів.

Предметом подальшого дослідження є моделювання словозміни інших частин мови, аналіз і опис закономірностей застосування окремих перетворень, а також створення електронного засобу навчання на основі розробленої моделі.

### Література

1. *Kazojć J.* Słownik frekwencyjny leksemów V.06.2009 [Електрон. ресурс]. — 2009. — Режим доступу : <http://www.slowniki.org.pl/slownik-frekwencyjny-leksemow.pdf>.

2. Morfologik v. 2.0 [Електрон. ресурс]. — 2013. — Режим доступу : <http://sourceforge.net/projects/morfologik/files/morfologik/2.0>

## Модель системи захисту інформації в інтелектуальних системах керування

Т.Б. Крет

*Національний університет «Львівська політехніка»*

Розвиток та створення нових технологій для обробки інформації, її накопичення та передавання призводить до функціональної зміни існуючих систем керування (СК). Високотехнологічні ознаки, якими характеризуються сучасні СК засновані на застосуванні штучного інтелекту для процесів керування. Такі інтелектуальні системи керування (ІСК), являються системами, що ґрунтуються на базі знань та наближені за своєю функціональною будовою до моделі роботи свідомості людини. ІСК володіють гнучкою структурою та модифікації цілей керування відповідно до інформації про об'єкт керування. В СК такого типу присутня самоорганізація, як один з важливих компонентів для синтезу закону керування [1], [2]. Дані переваги ІСК над іншими СК призводить до використання їх у всіх сферах діяльності людини. Загрози, яким можуть піддаватися ІСК становлять небезпеку, як для конкретної людини, так і для держави в цілому.

Необхідність забезпечити безпечну та надійну роботу ІСК призводить до актуальності досліджень пов'язаних з системами захисту інформації (СЗІ) в ІСК. Проте на відміну від інших СК, де вибір відповідних заходів захисту системи визначається конкретними загрозами функціонування, для ІСК встановлення таких загроз не завжди є можливим, оскільки система постійно набуває функціональних змін, які залежать від рівня її самоорганізації. Для забезпечення конфіденційності (К), цілісності (Ц) та доступності (Д) даних та інформації в ІСК необхідний взаємозв'язок СЗІ з ІСК на всіх етапах життєвого циклу ІСК: «створення (С) – впровадження (Вп) – експлуатації (Е) – постійного контролю (ПК) – аналізу (А) – підтримки в робочому стані (ПР) – вдосконалення (Вд)» [3]. Модель такої взаємодії представлена на рис. 1.

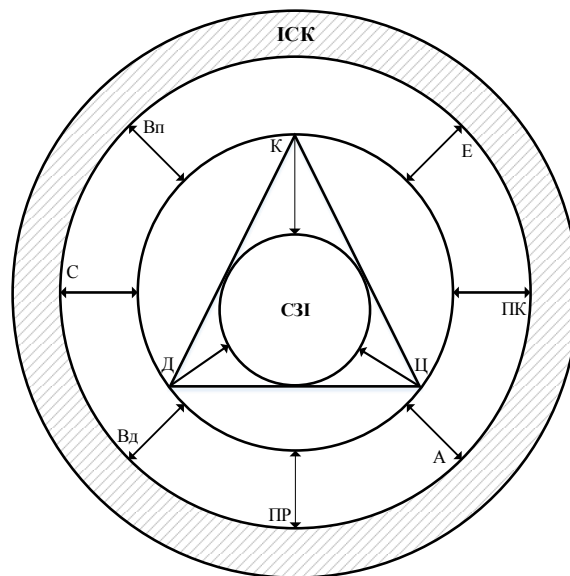


Рис. 1 Модель СЗІ в інтелектуальних системах керування

Показник ефективність СЗІ в ІСК буде визначатися через ряд показників, зокрема:

- умови функціонування (F);
- завдання наперед відомі, проте такі, що впливають на зміну характеристики системи (T);
- параметри, що характеризують стан системи (O);
- невідомі фактори (U).

$$Q = Q(F, T, O, U) \quad (1)$$

Невідомі фактори – U, створюють невизначеність для показника Q, що призводить до неможливості визначення оптимального проектування системи. Для точного встановлення Q необхідно визначити U, тобто задачу, яку вирішує система в конкретній ситуації.

Під час розробки та побудови СЗІ в ІСК, використовують основні принципи побудови складних систем з урахуванням вирішуваних задач [4]:

- паралельна розробка ІСК та СЗІ;
- системний підхід до побудови СЗІ;
- багаторівнева структура системи захисту;
- блочна архітектура захищених систем;
- можливість розширення СЗІ.

Комплекс заходів із забезпечення безпеки в ІСК слід розглядати на трьох рівнях [5]:

- правовому;
- організаційному;
- апаратно-програмно.

Отже, СЗІ в ІСК – це взаємозв'язана сукупність організаційних заходів та інженерно-технічних рішень для забезпечення безпеки (конфіденційності, цілісності, доступності) на протязі усього життєвого циклу ІСК. СЗІ через взаємозв'язки повинна здійснювати адекватну реакцію на невизначеності, які виникають в ході роботи ІСК та адекватно реагувати на загрози безпеки.

### Література

1. *Рыбина Г.В.* Основы построения интеллектуальных систем / Г.В. Рыбина. – Москва: «Финансы и статистика», 2010. – 415 с.
2. Степанов М.Ф. Принципы построения и архитектура интеллектуальных систем управления / М.Ф. Степанов // ВСПУ – 2014. – Москва 16-19 июля 2014 г. С. 592 – 601.
3. *Ромака В.А.* Системи менеджменту інформаційної безпеки: навч. посібник / В.А. Ромака, В.Б. Дудикевич, Ю.Р. Гарасим, П.І. Гаранюк, І.О. Козлюк. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 232 с.
4. *Іванченко Є.В.* Проектування комплексних систем захисту інформації: навч. посібник / Є.В. Іванченко, Л.М. Скачек, В.О. Хорошко. – К.: Вид. НАУ-ДУІКТ, 2012. – 94с.
5. *Грайворонський М.В.* Безпека інформаційно-комунікаційних систем / М.В. Грайворонський, О.М. Новіков // К.: Видавнича група ВНУ, 2009. – 608 с.

## Моделювання залежностей в MS Excel з використанням покрокових алгоритмів

О.О. Кубайчук, Н.І. Вовкодав

*Національний університет харчових технологій*

Застосування методів багатовимірною статистичного аналізу просто неможливе без використання потужної комп'ютерної техніки та спеціалізованих програм (пакетів). Робота присвячена проектуванню та розробці надбудов для розширення функціональних можливостей MS Excel, які не представлено у «Пакеті аналізу», а саме, стандартної покрокової регресії з можливістю заміни змінних на кожному кроці.

Проблема знаходження (відновлення) залежностей між різного роду показниками є однією з основних у прикладному аналізі. Дослідники завжди намагалися відшукати існуючу залежність опираючись тільки на окремі розрізнені факти. З розвитком ЕОМ особливої популярності серед дослідників набувають покрокові алгоритми для конструювання ефективної множини предикторів. Уперше покрокова процедура послідовного включення-видалення змінних була запропонована А. Ефроїмсоном в [1]. Алгоритм, описаний в [2] має незначні відмінності від алгоритму Ефроїмсона і називається стандартною покроковою процедурою або ж F-методом. Важливою є її модифікація, що доповнює чисто статистичні критерії відбору інтуїтивними.

Надбудова – це програма, яка додається в Excel з метою розширення його функціональності [3]. Прикладами надбудов, що входять до стандартної поставки Excel є *Поиск решения* і *Анализ данных*. Розроблено нові надбудови для статистичного аналізу даних в середовищі MS Excel:

- a) StepwiseRegressionStandard;
- b) StepwiseRegressionRmethod;
- c) StepwiseRegrExchVar.

StepwiseRegressionStandard реалізує стандартну покрокову процедуру (F-метод). StepwiseRegressionRmethod реалізує метод множинної кореляції (R-метод). StepwiseRegrExchVar доповнює StepwiseRegressionStandard блоком заміни змінної на кроці. Використання цих інструментів дещо підвище привабливість Excel, як засобу для статистичного аналізу даних та побудови математичних моделей реальних процесів.

### Література

1. *Efroimson M.A. Multiple regression analysis* / M.A. Efroimson. – In: *Mathematical Methods for Digital Computers*, Ed. by Ralston A. and Wilf H.S., N.Y., 1960. – P.191 – 203.
2. *Афифи А. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ* / А.Афифи, С. Эйзен. – М.: Мир, 1982. – 488 с.
3. *Уокенбах Д. Профессиональное программирование на VBA в Excel 2003* / John Walkenbach; [пер. с англ. И. Василенко]. – М.: Вильямс, 2005. – 800 с.

## Ідентифікація ARIMA-моделей в MS Excel

О.О. Кубайчук, Т.О. Кривець

*Національний університет харчових технологій*

Аналіз даних, які представлені у вигляді часових рядів є важливою складовою досліджень в області економіки, фінансів, техніки, медицини, біології та ін. Методи досліджень нестационарних стохастичних процесів, характерних для явищ, що відбуваються у економіко-фінансовій сфері значно складніші від прийомів роботи зі стаціонарними випадковими процесами, які знайшли своє застосування в техніці та природничих областях знань. Зокрема, в технічних застосуваннях аналіз часових рядів використовують переважно для прогнозування та супроводжується значною мірою «data mining». Навпаки, у економіці та фінансах важливішим є оцінювання динамічних моделей, які описують коротко та довгострокові зв'язки між чинниками.

Для аналізу часових рядів на практиці, використовують спеціалізовані статистичні програми (пакети). Але всі необхідні обчислення можна легко зреалізувати, скориставшись процесором електронних таблиць Excel. Як правило, розробляють надбудову типу «Пакет аналіза», яка містить певні статистичні інструменти. Метою даної роботи якраз і є створення надбудови «Time series» для роботи з часовими рядами.

Деякі з нестационарних випадкових процесів, що породжують часовий ряд вдало описуються моделями типу ARIMA, запропонованими Боксом і Дженкінсом [1]. Побудова моделі проходить в кілька етапів:

- a) ідентифікація моделі, яка включає визначення порядку інтеграції моделі та підбір ARMA-моделі для отриманого «стаціонарного» ряду;
- b) оцінювання коефіцієнтів ідентифікованої моделі;
- c) аналіз залишків;
- d) прогнозування.

Для ідентифікації ARIMA-моделі, зокрема, використовують вибірккові автокореляційну та часткову автокореляційну функції. На даному етапі, в рамках робіт над «Time series» пропонуються VBA-функції [2] SACF – Sample Partial Autocorrelation і SPACF – Sample Partial Autocorrelation Function, які поки, що доступні, як функції робочих листів Excel. Діалог з користувачем відбувається таким чином: програма візуалізує досліджуваний часовий ряд та розраховує статистики; дає можливість узяти достатню кількість рзниць і, таким чином, «остаціонарити» ряд; залишається, за виглядом SACF і SPACF зробити припущення про значення параметрів AR і MA-частин моделі.

### Література

1. E. P. Box, M. Jenkins, C. Reinsel Time Series Analysis: Forecasting and Control, 4<sup>th</sup> Ed., Willey, 2008. – 784 p.
2. Уокенбах Д. Профессиональное программирование на VBA в Excel 2003 / John Walkenbach; [пер. с англ. И. Василенко]. – М.: Вильямс, 2005. – 800 с.



## Графічний опис інформаційних структур

**О.П. Кургаєв, С.М. Григор'єв**

*Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України*

Для строгого й точного опису мов програмування використовують спеціальні метамови (мови для опису інших мов) [1], найпоширенішими з яких є металінгвістичні формули Бекуса-Наура та розширені Бекусо-Наурові форми (БНФ). Метамовою БНФ (чи її розширенням) представляють специфікацію синтаксичних структур довільної об'єктної мови у вигляді системи правил – формул, схожих на математичні, які визначають відношення між терміналами і нетерміналами. Термінали – елементи структури, що не мають власної структури, це визначені поза БНФ-описом ідентифікатори або ланцюжки – послідовності символів у лапках або апострофах. Нетермінали – елементи структури, що мають власні імена й структуру.

Семантика правила у БНФ: нетермінал, заданий ідентифікатором ліворуч від знака "=", визначається деяким відношенням терміналів і нетерміналів, вказаним праворуч від знака "=". Набір основних відношень розширених БНФ: конкатенація, альтернативний вибір та ітерація, а додаткових, стилістичних – відношення необов'язковості (необов'язковий елемент виділяють квадратними дужками) і структурні круглі дужки (групуєть елементи складних виразів). Повний опис структури є набір правил, що визначають всі нетермінали так, що кожен з них може бути зведений до комбінації терміналів шляхом послідовного (рекурсивного) застосування правил.

Однак, в якості мови представлення знань метамова розширених БНФ (і всі інші відомі метамови) має певні недоліки. Зокрема, створена первинно для вузькоспеціальних цілей і така, що добре їх забезпечує, ця метамова не є функціонально повною і тому не придатна для представлення довільних знань.

В [2] поставлена й вирішена задача розбудови нового способу подання і використання знань, адекватного процесу рішення структурно складних задач. Відповідно до цього, кінцевий програмний продукт складається з двох частин.

Перша є ієрархічною структурою з множини визначень понять (нетерміналів), зв'язаних між собою базовими відношеннями метамови нормальних форм, що є розвитком виразних можливостей метамови розширених БНФ.

Друга частина складається з двох підмножин – множини елементарних алгоритмів і множини елементарних структур даних, які реалізують на одній з традиційних мов програмування у формі єдиної бібліотечної системи. Кожен з терміналів має власне ім'я і у метамовному описі може використатись нарівні з нетермінальними поняттями.

Поряд з текстовими способами опису мов широко використовуються й графічні метамови, серед яких найбільшу популярність одержала мова діаграм Н.Вирта, графічні позначення якої наведено на рис. 1.

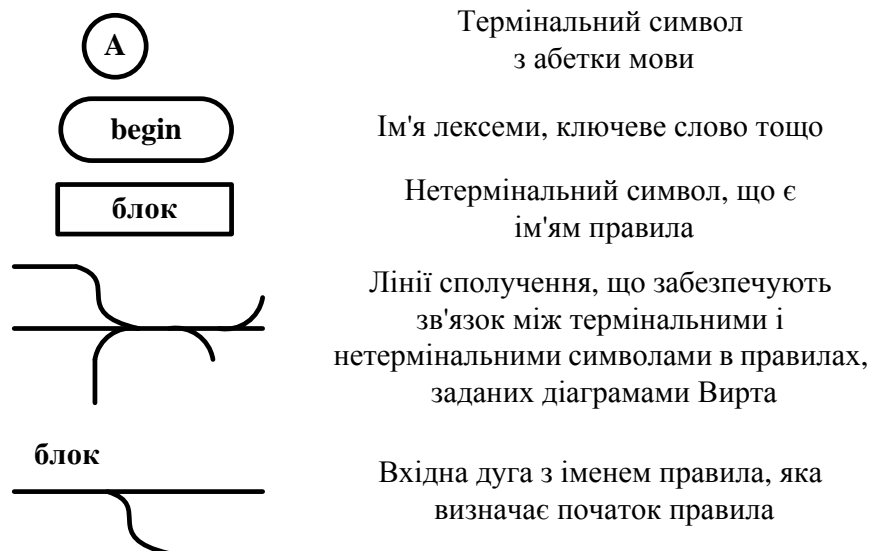


Рис. 1. Графічні позначення метасимволів діаграм Н.Вирта

Графічні засоби синтаксичних діаграм метамови нормальних форм розвивають графічні засоби діаграм Вирта так само, як метамова нормальних форм розвиває розширені БНФ, та мають вигляд згідно рис. 2.

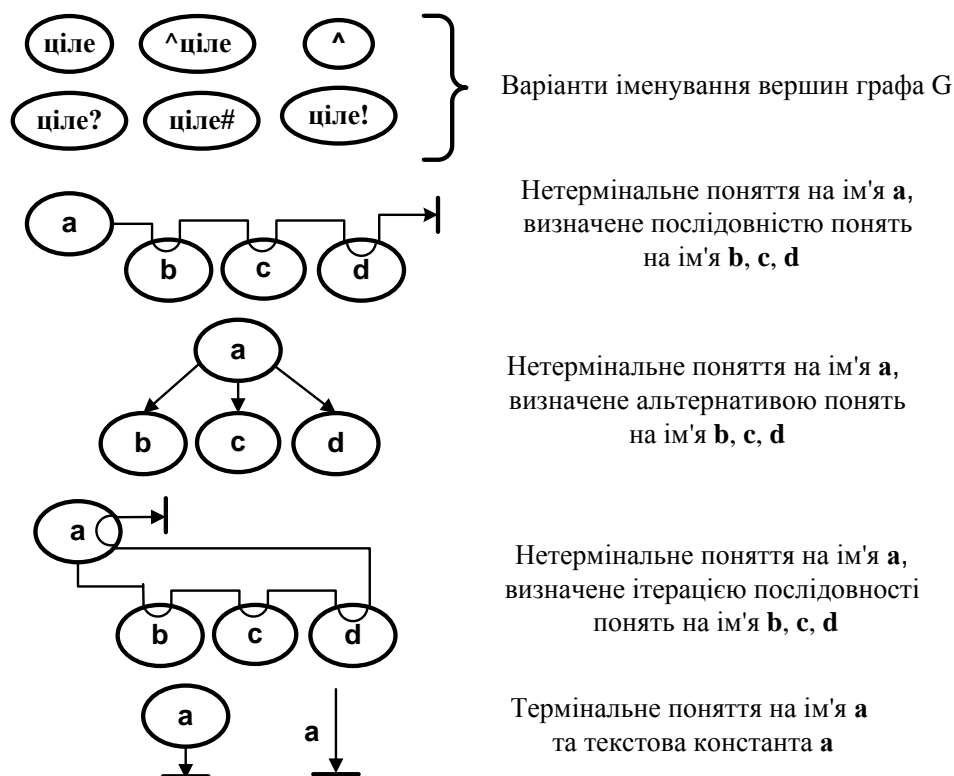


Рис. 2. Графічні позначення метасимволів метамови нормальних форм

### Література

1. Кургаєв А.Ф. Анализ доминирующих моделей представления и использования знаний/ А.Ф.Кургаєв, С.Н.Григорьев. – УСиМ. – 2014. – №3. – С. 64–73.
2. Патент на корисну модель UA 92484 U Спосіб представлення і використання знань / О.П. Кургаєв, С.Н Григор'єв – Бюл. №16. –2014р.

## Оцінка довговічності деталей технологічного устаткування на хлібопекарному підприємстві

**Н.В. Ліманська**

*Національний університет харчових технологій*

При проведенні ремонту технологічних ліній хлібокомбінату заміні підлягають навіть деталі, спрацьовані неповністю, адже подальше їх використання може призвести до відмови устаткування.

Необхідність заміни даної деталі під час проведення ремонту регулює показник допустимого спрацювання деталі. При визначенні допустимих відхилень цього показника приймається рішення про можливість використання деталі без її заміни за умови забезпечення надійної роботи відремонтованого об'єкта у міжремонтний період. При цьому враховуються: мінімум питомих витрат на одиницю напрацювання машин, мінімальна імовірність відмови елемента, максимальний строк служби елемента та інше. Враховуючи всі переваги і недоліки критеріїв визначено, що за умови забезпечення максимальної безвідмовності відремонтованого елемента у міжремонтний період визначаються оптимальні допустимі спрацювання при ремонті.

В алгоритмі оцінки довговічності деталей передбачається п'ять блоків[1] (рис. 1).

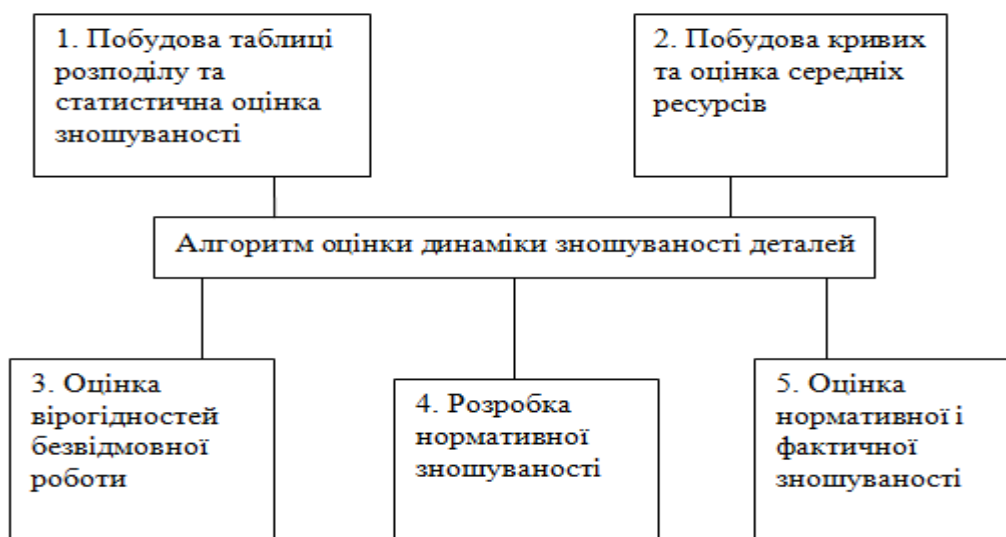


Рис.1. Послідовність оцінки відповідності фактичної та нормативної зношуваності деталей.

### Література

1. *Кухтов В.Г.* Долговечность деталей шасси колесных тракторов / В.Г. Кухтов. – Харьков: РИО ХНАДУ, 2004.
2. *Молодик М.В.* Методичні основи визначення граничних і допустимих розмірів деталей при ремонті / М.В. Молодик, В.І. Ковальчук // Вісник аграрної науки, 2001.

## Підвищення надійності програмного забезпечення системи діагностики турбогенератора

О.О. Мазуренко

*Національний університет харчових технологій*

Для підвищення надійності роботи турбогенератора (ТГ) та збільшення терміну його експлуатації розроблено систему індивідуальної діагностики основних вузлів ТГ (СІДОВТ) [1], яка дозволяє оперативно отримувати інформацію стосовно стану основних вузлів машини.

Особливість СІДОВТ полягає в тому, що цей програмно-технічний комплекс при виявленні дефектів враховує індивідуальні конструктивні та експлуатаційні особливості ТГ, зберігає всю необхідну первинну інформацію [2] та результати діагностики по кожному вузлу кожного ТГ у файловій базі даних (ФБД). Це дозволяє зберегти надійність та відмовостійкість СІДОВТ не на рівні програми, як при використанні СУБД, а на рівні заліза, що дуже важливо для відповідальних об'єктів. Дана БД складається з еталонних файлів, архівних файлів та файлів відомостей подій.

У еталонні файли по завершенню пусконаладжувальних робіт або після випробувань, по завершенню ремонтних робіт, записуються еталонні значення індивідуальних, а не усереднених, значень параметрів конкретного вузла по кожному ТГ, а ні всієї машини. В архівних файлах зберігається первинна інформація, що надається інформаційно-обчислювальним комплексом кожні 8 с. та актуальність якої перевіряється програмним комплексом кожні 24 секунди. Ці данні аналізуються програмним комплексом СІДОВТ кожні 10 хв. на предмет зародження дефекту. Кінцеві результати записуються до аналітичного файлу. Якщо в результаті аналізу було виявлено зародження дефекту то кінцеві результати аналізу дублюються до файлу відомостей подій який надалі передається на аналізу до спеціальних центрів.

Завдяки локальності та простоті функціонування ФБД програмному забезпеченню надається найшвидший доступ до інформації що дозволяє зберегти цілісність даних та швидкість їх обробки тим самим підвищивши надійність результатів діагностики технічного стану ТГ і прогнозування умов його подальшої роботи.

### Література

1. *Езовит Г.П.* Современная система диагностического контроля технического состояния основных узлов мощного турбогенератора / Г.П. Езовит, В.П. Угляренко, С.И. Бурлака, Н.И. Гороз, С.Е. Оринин, В.Н. Комарица, Д.Н. Завьялов, О.А. Мазуренко // Ядерна та радіаційна безпека 4(52). 2011 – С. 45-78.
2. *Мазуренко О.О.* Використання системи «МАСІТ» для оперативного контролю температурного поля працюючого генератора / О.О. Мазуренко, В.В. Самсонов, В.П. Шуліка, Л.Й. Воробйов // Наукові праці НУХТ, №52, 2013. – С. 8-16.

## Особливості організації зв'язку для проведення дистанційних лекцій

В.А. Марченко

*Національний університет харчових технологій*

Основною умовою для успішного проведення курсу дистанційного навчання є організація видаленого зв'язку між лектором та слухачами. Для цього використовуються спеціалізовані програмно-апаратні комплекси. На даний момент виділяють ряд сервісів які повинні підтримувати подібні системи:

- відео-зв'язок;
- аудіо-зв'язок;
- текстові повідомлення;
- трансляція екрану комп'ютера.

Цим вимогам відповідає багато систем але в різній мірі. Основними сервісами які визначають якість роботи всієї системи є відео та аудіо зв'язок. Тому їх організації слід приділити значну увагу. Широкого вжитку для організації зв'язку набули системи VoIP (Voice over IP) [1]. Для організації зв'язку для читання лекцій дистанційно пропонується застосувати подібні рішення що використовують стек протоколів на базі протоколів SIP (Використовується для організації сигналізації) та RTP (Використовується для організації транспорту) Рис. 1.

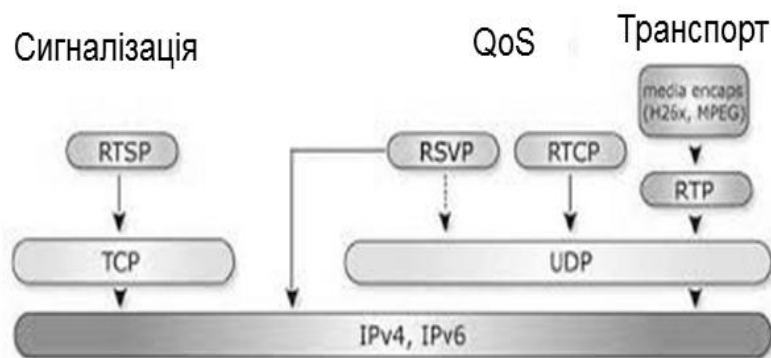


Рис. 1. Стек протоколів для організації мультимедіа-потоків

Використання запропонованого стеку протоколів має ряд переваг зокрема це відкритість стандартів та доступність безкоштовного програмного забезпечення, що дозволяє значно зменшити накладні витрати на створення подібної системи зв'язку. При цьому транспортна підсистема може гнучко адаптуватися під вимоги як каналу зв'язку так і прикладного ПЗ. Таким чином дозволяючи організувати на поганих каналах зв'язку з відносно низькою пропускнуою здатністю зв'язок класу SD, а на каналах від 2 Мб/с зв'язок з якістю HD.

### Література

1. Wallingford Theodore. Switching to VoIP. – O'Reilly Media, 2009. – 504 p.

## Проектування багатоканальних ультразвукових витратомірів для систем керування технологічними комплексами

**Ф.Д. Матіко, В.І. Роман, Р.І. Байцар**

*Національний університет «Львівська політехніка»*

Під час керування технологічними комплексами у переважній більшості випадків необхідно вимірювати витрату плинних середовищ. Велика кількість технологічних комплексів спроектовані та застосовуються в умовах обмежених технологічних площадок, тому виникає необхідність застосовувати витратоміри на коротких ділянках трубопроводів із наявними місцевими опорами, які спотворюють структуру потоку перед витратоміром. Спотворення структури потоку призводить до виникнення додаткової похибки витратомірів багатьох типів, зокрема і ультразвукових витратомірів (УЗВ).

Одним із способів підвищення точності вимірювання витрати за допомогою УЗВ в умовах спотворень структури потоку, є застосування багатоканальних хордових схем розташування їх акустичних каналів (АК). Більша кількість АК дає змогу підвищити точність інтегрування профілю швидкості спотвореного потоку, а отже і підвищити точність вимірювання витрати. Проте, необмежене збільшення кількості АК можливе тільки з теоретичної точки зору. На практиці виникає ряд обмежень із-за складності реалізації та високої кінцевої вартості таких УЗВ. Отже, постає актуальне завдання – проектування високоточних УЗВ із обмеженою кількістю АК для задач керування технологічними комплексами.

Під час проектування багатоканальних УЗВ виникає завдання визначення координат розташування АК УЗВ ( $x_i$ ) та їх вагових коефіцієнтів ( $w_i$ ). Для вирішення цієї задачі нами удосконалено числовий метод інтегрування (ЧМІ) Гауса-Якобі. На основі порівняння степеневого закону розподілу швидкості турбулентного потоку із ваговою функцією ЧМІ Гауса-Якобі, нами запропоновано уточнити вагову функцію ЧМІ Гауса-Якобі (зокрема запропоновано встановити параметр  $k=0,2$ ), з метою максимального наближення методу до реальних умов потоків в технологічних комплексах [1].

В результаті під час застосування багатоканального УЗВ об'ємна витрата потоку ( $q_{ЧМІ}$ ) за вимірюваними значеннями швидкості потоку ( $v_i$ ) буде визначатися за формулою (1)

$$q_{ЧМІ} = \pi R^2 \sum_{i=1}^N \frac{w_i}{\pi R} 2\sqrt{R^2 - x_i^2} v(x_i). \quad (1)$$

де  $R$  – радіус секції УЗВ;  $x_i$ ,  $w_i$  - координати розташування АК УЗВ та їх вагові коефіцієнти, обчислені за удосконаленим методом.

Щоб перевірити адекватність удосконаленого ЧМІ застосовано аналітичні формули швидкості потоку професора Salami. За допомогою них, швидкість в будь-якій точці перерізу потоку може бути обчислена без необхідності інтерполяції, що дозволяє виконати інтегрування для всього перерізу та

отримати точне значення витрати потоку із спотвореною структурою [1] за формулою (2)

$$q_{salami} = \int_0^1 \int_0^1 v(r, \theta) r dr d\theta. \quad (2)$$

Відносне відхилення  $q_{ЧМІ}$  від  $q_{Salami}$  обчислене за формулою (3)

$$\delta_{ЧМІ} = \frac{q_{ЧМІ} - q_{Salami}}{q_{Salami}} 100 \quad (3)$$

Під час дослідження в якості моделі спотвореного потоку використали функцію Salami P9 (потік після місцевого опору  $90^\circ$  коліно в горизонтальній площині, див.рис.1.,а), що є акутальним внаслідок великої кількості таких місцевих опорів на трубопроводах технологічних комплексів. При цьому кількість АК  $N = 2 \dots 6$  а УЗВ встановлений так, що його АК знаходяться в горизонтальній площині, тобто  $\theta = 90^\circ$ . Дане розташування є базовим для всіх УЗВ.

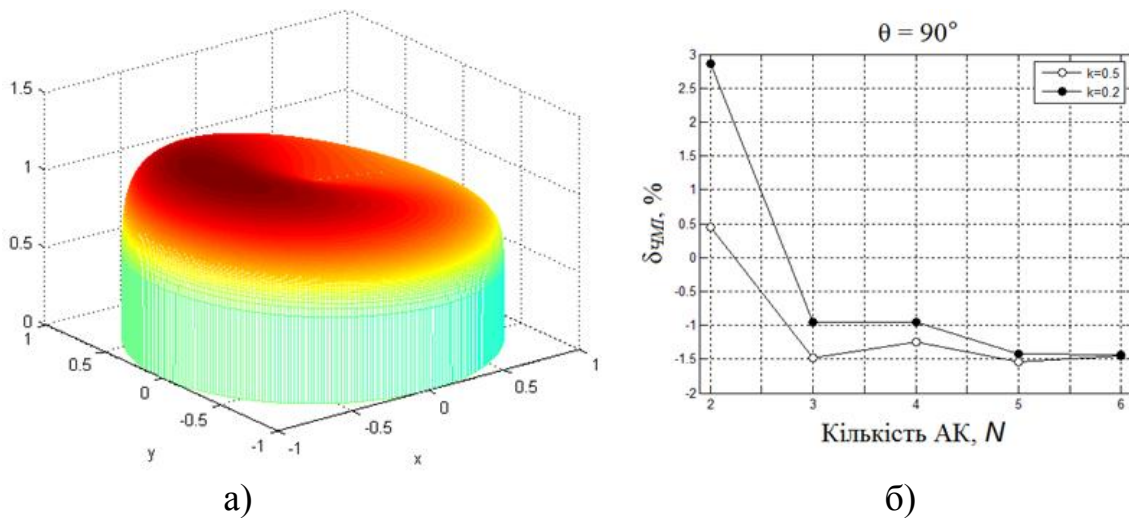


Рис.1. Результати порівняння ЧМІ для функції P9: а) профіль швидкості Salami P9; б) графік залежності похибки  $\delta_{ЧМІ}$  від кількості АК УЗВ

В результаті порівняння наведеного на рис.1,б, встановлено:

1) похибка  $\delta_{ЧМІ}$  за вдосконаленим авторами ЧМІ (-●- при  $k = 0,2$ ) менша від похибки  $\delta_{ЧМІ}$  за класичним ЧМІ Гауса-Якобі (-○- при  $k = 0,5$ ) для кількості АК УЗВ  $N = 3 \dots 5$ . Отже, УЗВ спроектований із застосуванням вдосконаленого ЧМІ є менш чутливий до спотворень структури потоку.

2) так як значення похибки  $\delta_{ЧМІ}$  при  $N = 5$  і  $6$  не відрізняються більше ніж на 0,3 % для обох ЧМІ (рис.1,б), недоречним є подальше збільшення кількості АК УЗВ, зважаючи на те, що це суттєво не вплине на результат вимірювання витрати за даного спотворення потоку в технологічному комплексі.

### Література

1. Роман В.І. Підвищення точності багатоканальних ультразвукових витратомірів шляхом удосконалення методу інтегрування витрати / В. І. Роман // Теплоенергетика. Інженерія доквілля. Автоматизація : Вісник НУ«ЛП». – 2014. – №792. – С. 57-64.

**Дослідження методів пошуку маркетингових даних в мережі Internet****М'якшило О. М., Джуренко Т.С.***Національний університет харчових технологій*

На розвиток маркетингу, як і на інші економічні дисципліни, мають вплив нові технології. Якщо на початку ХХ століття маркетинг розглядався як дистрибуція, потім, як управління продажами і на кінець, як управління торговими марками, то на сьогодні, розвиток інформаційних технологій міняє характер маркетингової діяльності компанії. [1]

Дослідницька (аналітична) функція маркетингу являє собою фундамент усієї маркетингової діяльності підприємства та охоплює всю підготовку, що передуює прийняттю будь-якого рішення щодо кожного елементу комплексу маркетингу. Без ґрунтовного дослідження стану та перспектив розвитку зовнішнього середовища, без аналізу внутрішнього середовища підприємства практично неможливо провадити господарську та комерційну діяльність, змінювати на користь підприємства контрольовані чинники зовнішнього середовища. Постійний контроль змін середовища вимагає створення налагодженої системи спостереження, що ґрунтується на ефективних методах збору та аналізу ринку. Своєчасне надходження інформації про зміни в маркетинговому середовищі дозволить обмежити підприємство від потрясінь, що стане запорукою її стійкості та конкурентоспроможності.

Мета цього дослідження – дослідити та проаналізувати існуючі пошукові системи з точки зору їх ефективності для збору маркетингової інформації в мережі Інтернет, підвищити ефективність пошукових процесів у глобальній мережі.

Для реалізації потреби в пошуку релевантної маркетингової інформації пропонується, на основі діючої інформаційно-пошукової системи, застосувати метод контент-аналізу та семантичний вебпошук для створення контекстозалежного пошуковика.

Останнім часом в технології пошуку все частіше стали впроваджуватися елементи контент-аналізу, методологія якого виникла наприкінці ХІХ - початку ХХ вв. Розрізняють кількісний і якісний контент-аналіз. Якщо якісний контент-аналіз базується на глибокому лінгвістичному та семантичному аналізі окремих пропозицій і всього тексту, то основою кількісного контент-аналізу є статистичні підходи.

Отримали розвиток такі напрямки контент-аналізу, як "Text Mining" і "Web Mining", які припускають автоматичне виявлення нового сенсу з текстових масивів, нових даних, феноменів, фактів - знань. Все частіше виникають спроби залучення методів контент-аналізу, а точніше Text Mining в реальні пошукові системи. І ці спроби не даремні - вони обумовлені обсягами і темпами зростання Інтернет [2].

Це інструмент, який дає можливість аналізувати великі обсяги інформації у пошуках тенденцій, шаблонів і взаємозв'язків, здатних допомогти у прийнятті



стратегічних рішень.

У Text Mining з'явилися нові можливості: автоматичне реферування текстів та виявлення феноменів, тобто понять і фактів. Можливості сучасних систем Text Mining можуть застосовуватися у системах управління знань для виявлення шаблонів у тексті, для розподілу інформації за профілями, створення оглядів документів. Text Mining забезпечує новий рівень семантичного пошуку документів.

Онтологічний підхід – це створення методології побудови онтологій та їх використання при аналізі, відібраних з Інтернету, текстів документів. Характерною рисою цього підходу є поділ предметної області на класи об'єктів і визначення їх фундаментальних властивостей та правил, що визначають їхні зміни і поведінку.

Латентно-семантичний аналіз (ЛСА) доцільно використовувати для обробки текстів - результатів пошуку, в якості практичного методу, що характеризує значення ключових слів. Ці кореляції моделюють механізм мислення людини, зіставляючи частини тексту за змістом. ЛСА використовує матрицю сингулярного розкладання на основі ермітової матриці, яка описує використання слів в документах. Нехай стовпці матриці відповідають документам, а рядки - словам, що зустрічаються в документах. Елементи матриці тоді являють собою кількість вживань даного слова в даному уривку:

$$t_i^T \rightarrow \begin{matrix} & \mathbf{d}_j \\ & \downarrow \\ \begin{bmatrix} x_{1,1} & \dots & x_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m,1} & \dots & x_{m,n} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Якщо з усіх сингулярних значень відібрати  $k$  найбільших, то ми одержимо апроксимацію вихідної матриці матрицею рангу  $k$ . Важливо зазначити, що результати методу ЛСА, залежать не тільки від частотності використання слів в уривках. Метод ґрунтується на виявленні більш глибоких («латентних») зв'язків і, таким чином, краще моделює людське сприйняття тексту ніж прості методи, засновані на частотності вживання слів [3].

Отже, розроблення і використання комбінованої інформаційної технології контекстного пошуку може забезпечити отримання маркетингової інформації з мережі Інтернет більшої релевантності, без додаткових витрат за менший проміжок часу; віднайти латентні (приховані) дані, які традиційним способом зробити дуже важко і ресурсовитратно.

### Література

1. *Котлер Ф. І.* Маркетинг менеджмент. : навч. посіб. / Ф.І. Котлер, Л. А. Волковой, Ю. Н. Каптуревський. – СПб.: Питер, 2000. – 752 с..
2. *Шалак В. І.* Контент-анализ: навч. посіб. / В. І. Шалак – Приложения в области: политологии, психологии, культурологии, экономики, рекламы. — Российская акад. наук; Ин-т философии. — М. : Омега — Л, 2004.
3. *Башмаков А. И.* Интеллектуальные информационные технологии: Учеб. пособие. / А.И.Башмаков, И. А. Башмаков – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. – 304 с.

## Інтелектуальні засоби візуальної інформаційної підтримки роботи технолога харчового підприємства

О. М. М'якшило, С. В. Маковецька

*Національний університет харчових технологій*

Враховуючи суттєву невизначеність поведінки технологічних процесів, технологу, під час відстеження та аналізу технологічного процесу, доводиться виступати у ролі експерта, що має певний досвід у регулюванні та оцінці тієї чи іншої ситуації. На протязі тривалого часу в управлінні технологічними процесами використовують експертні системи, які забезпечують інформаційну підтримку роботи технолога. Проте, задача візуалізації ходу технологічного процесу залишається актуальною і складає суттєву частину інформаційної підтримки діяльності технолога.

Інформаційні технології на основі багатовимірного представлення даних та їх аналізу, розвинуті завдяки роботам Е.Кодда, Б. Інмона, Р. Хакаторна, Р. Кімбола, Н. Пендса, надають достатньо засобів для формування управлінських рішень. Також, сучасні аналітичні засоби, в тому числі і Data Mining, немислимі без якісної візуалізації. В результаті візуалізації повинні бути отримані наочні та виразні, ясні і прості зображення, за рахунок використання різноманітних засобів: кольору, контрасту, кордонів, пропорцій, масштабу і т.д.

У зв'язку із зростанням вимог до засобів візуалізації, а також необхідності порівнювання їх між собою, в останні роки був сформований ряд принципів якісного візуального представлення інформації.

Одним із таких принципів є принципи Тафта (Tufte's Principles) - графічне представлення даних високої якості [4]. Даний принцип надає користувачеві найбільшу кількість ідей, в найкоротший час, з найменшою кількістю чорнила на найменшому просторі; говорить правду про дані.

В [3] описані основні принципи компоновання візуальних засобів подання інформації:

- принцип лаконічності;
- принцип узагальнення та уніфікації;
- принцип акценту на основних смислових елементах;
- принцип автономності;
- принцип структурності;
- принцип стадійності;
- принцип використання звичних асоціацій і стереотипів.

Принцип лаконічності говорить про те, що засіб візуалізації повинен містити лише ті елементи, які необхідні для повідомлення користувачеві суттєвої інформації, точного розуміння її значення або прийняття (з ймовірністю не нижче допустимої величини) відповідного оптимального рішення.

В даний час існує багато сучасних засобів аналізу даних, які дозволяють будувати сотні типів різних графіків і діаграм. Тому вибір методу візуалізації

технологічних даних, якщо він самостійно здійснюється технологом, не такий простий і легкий, як може здатися на перший погляд. Наявність великої кількості засобів візуалізації, представлених в інструменті, який застосовує користувач, може навіть викликати розгубленість, особливо якщо він не є експертом в даній області. Для того щоб засіб візуалізації міг виконувати своє основне призначення - представляти інформацію в простому і доступному для людського сприйняття вигляді - необхідно дотримуватися законів відповідності обраного рішення до змісту інформації, що відображається та її функціональному призначенню. Іншими словами, потрібно зробити так, щоб при погляді на візуальне представлення інформації можна було відразу виявити закономірності у вихідних даних і приймати, на їх основі, відповідні рішення.

Оцінка даних полягає у швидкості та точності встановлення стану технологічного процесу. Для відображення багатовимірних даних можна обрати «обличчя Чернова». Основна ідея представлення інформації в "Обличчях Чернова" складається в кодуванні значень різних змінних в характеристиках або рисах людського обличчя. Для кожного спостереження малюється окреме "обличчя". На кожному "обличчі" відносні значення змінних представлені як форми і розміри окремих рис обличчя (наприклад, довжина і ширина носа, розмір очей, розмір зіниці, кут між бровами).

Аналіз інформації за допомогою такого способу відображення базується на здатності людини інтуїтивно знаходити подібності та відмінності в рисах обличчя. Перед використанням методів візуалізації необхідно: проаналізувати, чи слід зображати всі дані або ж якусь їх частину; вибрати розміри, пропорції і масштаб зображення; вибрати метод, який може найбільш яскраво відобразити закономірності, притаманні набору даних.

На теперішній час не існує програм, що здійснюють подібний аналіз, використовуючи когнітивні засоби відображення даних. Даний метод дозволяє швидко провести аналіз завдяки психологічному фактору. Технологу не потрібно бути експертом в даній області, тому що графіки інтуїтивно зрозумілі. Також можливо виявити деякі зв'язки параметрів, які досі були не виявлені.

### Література

1. Барсегян А. А. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP [Текст] / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко, И. И. Холод. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : БХВ-Петербург, 2007. – 384 с.: ил. – CD-ROM.

2. Иванов О.В. Статистика: Учебный курс для социологов и менеджеров / О.В. Иванов. – Часть 1. Описательная статистика. Теоретико-вероятностные основания статистического вывода. – М. 2005. – 187 с.

3. Мусаев, А.А. Алгоритмы аналитического управления производственными процессами. / А.А. Мусаев // Автоматизация в промышленности. – №1, 2004. – С. 30-35.

4. Graphical Representation of Multivariate Data by Means of Asymmetrical Faces – [Электронный ресурс] Режим доступа : [www.URL:http://jstor.org/pss/22875653](http://www.URL:http://jstor.org/pss/22875653).

## Оцінка ефективності впровадження сховища даних для задач планування харчового підприємства

О.М. М'якшило, О.В. Харкянен

*Національний університет харчових технологій*

Системи підтримки прийняття рішень (СППР) доповнені корпоративними сховищами даних, вітринами даних та засобами багатовимірного та інтелектуального аналізу даних набувають все більшої популярності на харчових підприємствах України.

Вважається, що сам факт існування сховищ даних дозволить скоротити витрати підприємства, але оцінити наскільки - неможливо (наприклад, згідно з дослідженнями IDC середній показник ROI (return on investment) в аналітичні додатки, як правило на основі сховищ даних, складає 431% за п'ять років). Оцінка переваг і виграшу від впровадження сховища даних та СППР є, можливо, більш складною, ніж оцінка ефективності інших ІТ-проектів, тим не менш, така задача може бути вирішена.

Ефективність впровадження СППР на основі технологій Data Warehouse, OLAP та Data Mining для задач планування харчового підприємства, пропонується оцінювати як у статті [1] на основі визначення окупності і прибутку від інвестицій в розроблюваний проект.

В такому випадку ROI буде отримано за рахунок інформації зі сховища даних для пошуку резервів зниження собівартості продукції. Таким чином, джерела ROI інвестицій в проект сховища та СППР виростають з нових і модифікованих бізнес-процесів, які забезпечуються за рахунок його впровадження.

Отже, для оцінки ефективності впровадження СППР з технологією сховища даних (СД) необхідно оцінювати повернення інвестицій в нові бізнес-процеси, які з'являються і підтримуються за рахунок його функціонування.

Прикладами джерел ROI є: моніторинг завантаженості потужностей для виявлення резервів збільшення обсягів виробництва; порівняльний аналіз відхилень показників планового періоду від фактичного для зниження виготовлення нерентабельних видів продукції; зменшення собівартості продукції за рахунок зміни структури асортименту з урахуванням сезонності; прогнозування цін на сировину, матеріали, обсягів виробництва з метою формування пропозицій щодо змін в структурі асортименту продукції.

ROI може бути розрахований на кожен рік інвестицій в проект:

$$ROI = \text{чистий прибуток від інвестицій} / \text{обсяг витрат (інвестицій)} \quad (1)$$

Збільшення прибутку від процесів, які підтримуються сховищем, діляться на дві великі категорії: джерела збільшення доходу і джерела зменшення собівартості продукції.

Джерела збільшення доходу визначаються збільшенням виробництва і реалізації продукції, що користується попитом. Від впровадження заходів по зменшенню собівартості продукції очікувана вигода буде отримана за рахунок

умовно-річної економії, прибутку від збільшення обсягів виробництва, прибутку від структурних зрушень в асортименті продукції.

Умовно-річна економія може бути одержана підприємством на протязі 12 місяців з моменту передбачуваного впровадження заходу:

$$E_{y.p} = (C_1 - C_2) \cdot x_1, \quad (2)$$

де  $C_1, C_2$  – собівартість  $j$ -го виду продукції, відповідно до і після впровадження заходу;  $x_1$  – обсяг виробництва (в проектному варіанті) в натуральному виразі, відповідно до впровадження заходу.

Загальний отриманий прибуток від збільшення обсягів виробництва:

$$\Delta P_{\text{зм.обсягу}} = \Delta P_{\uparrow\text{обсягу}} + \Delta P_{\downarrow C} \quad (3)$$

де  $\Delta P_{\uparrow\text{обсягу}}$  – приріст прибутку за рахунок збільшення обсягу виробництва;  $\Delta P_{\downarrow C}$  – приріст прибутку від зниження собівартості.

Приріст прибутку за рахунок збільшення обсягу виробництва (без зміни структури асортименту):

$$\Delta P_{\uparrow\text{обсягу}} = (G - C_1) \cdot \Delta x, \quad (4)$$

де  $G$  – оптова ціна  $j$ -го виду продукції;  $C_1$  – собівартість  $j$ -го виду продукції до впровадження заходу;  $\Delta x$  – приріст обсягу виробництва  $j$ -го виду продукції.

Приріст прибутку від зниження собівартості.

При збільшенні обсягу виробництва продукції умовно-постійні витрати не змінюються:

$$\Delta P_{\downarrow C} = VP \cdot \Delta x, \quad (5)$$

де  $VP$  – постійні витрати на одиницю продукції

Приріст (зменшення) прибутку за рахунок структурних зрушень в асортименті розраховується за формулою:

$$\pm \Delta P_{ac} = \pm \Delta G_{cp} \cdot x_2, \quad (6)$$

де  $\pm \Delta G_{cp}$  – зменшення (збільшення) середньої ціни  $j$ -го виду продукції внаслідок впровадження заходу;  $x_2$  – обсяг виробництва  $j$ -го виду продукції після впровадження заходу.

Таким чином, очікуване збільшення прибутку від впровадження заходів по зменшенню собівартості складе:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{зм.обсягу}} \pm \Delta P_{ac} - E_{y.p} \quad (7)$$

Необхідно зазначити, що очікувана вигода повинна бути скорочена на величину виробничих витрат нового процесу: вартість збереження інформації, вартість підтримки ПЗ та апаратного забезпечення, приріст зарплат спеціалістам, які обслуговують систему і навчають користувачів нової системи.

### Література

1. Rubin H. Technology economics : The Cost of Data [Електронний ресурс] / Howard Rubin. – [Б. м., 2011]. – Режим доступу : <http://www.informationweek.com/technology-economics-the-cost-of-data/231500503> (дата звернення 01.03.2012).

2. Цимбалюк Л. Г. Управління витратами на підприємствах харчової промисловості / Л. Г. Цимбалюк, Н. П. Скригун. – К.: Корпорація, 2006. 156 с.

**Використання нейронних мереж для прогнозування замовлень на послуги****Г.В. Олійник***Національний університет харчових технологій*

Функціонування сучасних фірм та підприємств, діяльність яких направлена на надання послуг різного напрямку, повністю залежить від управління договірними відносинами. При вирішенні основних управлінських задач керівництво підприємства повсякчас стикається з потребами у зменшенні витрат на ресурси, що необхідні для здійснення послуг. Адже бурхливі зміни економічного стану, політична нестабільність як на території країни, так і за її межами призводять до коливання цін не тільки безпосередньо на матеріальні ресурси, а й на вартість оренди приміщення, що використовується у якості складу підприємства. Виникає потреба економії не тільки при закупівлі необхідних засобів, а також при їх зберіганні. Саме знаходження балансу між цими двома потребами забезпечує зменшення витрат. Але для вирішення такої задачі необхідно спрогнозувати попит на послуги.

Вирішення проблеми прогнозування, на перший погляд, не складає особливих складностей за умов наявності інформації про попит на послуги, отримання якої і стає головним та найбільш складним завданням. Знаючи приблизну кількість замовлень на певні послуги на плановий період та фактичні залишки товарно-матеріальних цінностей, можна ухвалювати ефективні управлінські рішення про їх поповнення, а саме розміри партій, розмір страхового запасу, визначення точки оновлення запасу. Крім цього необхідно прогнозувати коливання цін на необхідні ресурси. Від точності результатів прогнозування безпосередньо залежить ефективність функціонування всього підприємства, а тому важливо вибрати ефективний апарат прогнозування попиту на послуги, що будуть реалізовані.

При прогнозуванні замовлень на послуги в якості вхідних параметрів використовуються наступні дані: замовлені та виконанні послуги за останні два роки, види замовників, вартість послуг на протязі всього періоду, вартість товарно-матеріальних цінностей, курс валют, номери місяця, кварталу та року.

Варто зазначити, що моделі, побудовані методами, які засновані на середніх, ковзних середніх та експоненціального згладжування, використовуються при бізнес-прогнозуванні в не дуже складних ситуаціях, де легко ідентифікувати загальну тенденцію та виділити тренд. При використанні методів, заснованих на експоненціальному згладжуванні та регресійному алгоритмі, необхідно дотримуватися певних обмежень та ретельно перевіряти на адекватність отримані моделі. Для перевірки адекватності та якості моделі потрібно мати еталонні набори даних, що частіше за все не є можливим.

Найперспективнішим кількісним методом прогнозування є використання нейронних мереж, основною перевагою яких є легкість дослідження залежності прогнозованої величини від незалежних вхідних змінних. Кожний вид послуг має свою сезонність, що залежить від активності контрагентів та конкурентів.

Ще одна серйозна перевага нейронних мереж полягає в тому, що експерт не здійснює вибір математичної моделі поведінки часового ряду. Побудова моделі нейронної мережі відбувається адаптивно під час навчання, без участі експерта. При цьому набори вхідних даних можна отримувати зі сховища або бази даних, а модель налаштовується під конкретний набір, чим забезпечується її унікальність для кожного випадку.

Недоліком нейронних мереж є отримання після навчання моделі «чорний ящик», що певним чином працює, але внутрішня логіка її роботи повністю прихована від експерта[1, 2]. Для навчання нейронної мережі необхідно заздалегідь упевнитись в існуванні даних для навчання (навчальної вибірки). При цьому, навчання нейронної мережі можливе лише за умови наявності як мінімум п'ятдесяти записів в таблиці для зберігання навчальної вибірки бази даних.

У роботі пропонується використання нейронної мережі з персептроном з декількома прихованими шарами, а не із загальною регресією, чим досягається зменшення розміру мережі та збільшення швидкості її роботи.

В залежності від виду програмного забезпечення є можливість корегувати параметри побудови моделі нейронних мереж, а саме обирати кількість прихованих шарів, кількість нейронів у шарах, види активаційних функцій. Визначити ці параметри можливо на підставі експериментів, порівнюючи кількісні параметри навчання: кількість циклів навчання, помилка навчання, час навчання, характер кривої навчання.

Доцільність використання нейронних мереж зумовлена недостовірністю первинної інформації про об'єкти дослідження, а також неможливістю застосування класичних методів і моделей прогнозування для розглянутої предметної області. Результати дослідження побудови та використання моделей нейронних мереж показали ефективність їх застосування для прогнозування попиту на послуги.

Враховуючі особливості характеру вхідної інформації, а іноді її нестабільність, при прийнятті управлінських рішень доцільно використовувати системи підтримки прийняття рішень не тільки з функціями прогнозування на основі нейронних мереж, а також повним набором засобів інтелектуального аналізу даних.

### Література

1. *Skorupka D.* Neural Networks in Risk Management of a Project / D. Skorupka // 2004 AACE International Transaction, (CSC.1.51– CSC.1.57), The Association for the Advancement of Cost Engineering, USA. – Washington, 2004.
2. *Сегаран Т.* Программируем коллективный разум пер. с англ. / Т. Сегаран. — СПб: Символ-Плюс, 2008. — 368 с.
3. *Рутковская Д.* Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский; пер. с пол. И. Д. Рудинский. — М. : Горячая линия-Телеком, 2008. — 452 с.

**Розробка навчальних курсів в системі дистанційної освіти****Т.В. Савченко***Київський національний торговельно-економічний університет*

В сучасному світовому суспільстві інформатизація системи освіти є невід'ємною складовою Болонського процесу, інтеграції України в Європейську співдружність. Одною з поширених ефективних освітніх технологій є електронне дистанційне навчання (*e-Learning*). Лабораторія дистанційного навчання (ЛДН) Київського національного торговельно-економічного університету (КНТЕУ) забезпечує організацію та проведення дистанційного навчання за допомогою системи *Moodle*, що являє собою пакет програмного забезпечення для створення електронних курсів і web-сайтів.

Електронні підручники є одним з основних навчальних засобів, які містять мультимедійні матеріали, що можуть бути використані в будь-який час, в будь-якому місці, враховуючи індивідуальні здібності студента. Крім того, електронні підручники дозволяють, використовуючи передові технології, забезпечувати активне та інтерактивне навчання в реальному режимі часу та доступ до останніх оновлень змісту при підключенні до професійних баз даних.

У процесі створення мультимедійного курсу перед розробниками постає проблема найбільш ефективного поєднання дидактичних завдань і технічних рішень. Насамперед, виникає питання уніфікації структури підручника, вироблення єдиних принципів підготовки і подання навчальних матеріалів. На теперішній час існує багато засобів для створення електронних курсів, в тому числі і дистанційних. Зокрема, практично необмежені можливості підготовки складних інтерактивних сценаріїв пропонує розробникам *Articulate Storyline*, що має простий інтерфейс та інтуїтивно зрозумілі функції. В системі є навчальний курс, шаблони, інструкції, поради та безкоштовні завантаження із сайту розробника програмного продукту [1].

*Articulate Storyline* дозволяє розробляти якісні та наочні навчальні матеріали, які сприяють формуванню активного пізнавального інтересу і легко засвоюються. За допомогою нескладних маніпуляцій презентація перетвориться в привабливий *Flash-об'єкт*, готовий до використання в процесі навчання. Програма дозволяє створювати навчальний контент будь-якої складності, в тому числі навчальні ігри та симуляції, містить велику базу персонажів. Крім того, з'являється можливість створювати курси, доступні на мобільних пристроях.

Таким чином, ключові можливості *Articulate Storyline*:

- *Інтуїтивний інтерфейс користувача.* Простий інтерфейс дозволяє створювати курси з нуля або на основі шаблонів.
- *Шаблони слайдів.* Створення слайдів з нуля або за допомогою шаблонів. Проста настройка параметрів шаблонів.
- *Персонажі.* Додавання в слайди до 47500 комбінацій мальованих і фото-персонажей.
- *Інтерактивність.* Використання тригерів для визначення, коли запускати ті чи інші дії. Робота з шарами слайдів для створення безлічі взаємодій між



компонентами на слайді.

- *Стани та змінні*. Можливість налаштування об'єктів для реагування на дії студента.
- *Більше 20 різних типів титань*. Крім того, довільні форми дозволяють створювати питання за допомогою будь-якого об'єкта на слайді.
- *Підтримка Drag-and-drop*. Додавання об'єктів на слайд перетягуванням.
- *Запис відбувається на екрані*. Запис показує студентам, як необхідно працювати з електронним курсом.
- *Симуляція*. Після одноразового запису екрану *Storyline* автоматично сегментує запис на декілька покрокових посібників. В результаті можна переглядати, як виконувати завдання, а також проходити їх у тестовому режимі.
- *Підтримка технологій HTML5 і Flash, а також мобільних пристроїв*. Публікація курсів у різних форматах на iPad, настільні ПК, ноутбуки, пристрої під *Android* тощо.

*Articulate Storyline* підтримує інтеграцію з системами дистанційного навчання – ролики можуть бути сумісні зі специфікаціями *SCORM*, *AICC*, *Tin Can Api*. Відповідно, результати тестування можна передати для використання системою дистанційного навчання, будь то *Moodle* або будь-який інший програмний пакет. *Articulate Storyline* підтримує вставку мультимедійного контенту всіх типів: відео, флеш, звук, веб-об'єкти. Імпортуються всі поширені формати відео (*flv*, *avi*, *wmv*, *mov*, *mpeg*, *dv*, *3g*) і звуку (*mp3*, *wma*, *wav*, *m4a*, *aac*, *aiff*, *ogg*), крім того, можна вставити *HTML*-код ролика з Інтернету або записати відео з веб-камери, а звук з мікрофона. Веб-сторінки відображаються на слайді у вигляді фреймів, ними можна користуватися, і це теж суттєво розширює горизонти проектування роликів.

Унікальною функцією програми є можливість вставляти на слайди область прокручування. Завдяки цьому слайди можна використовувати як звичайні сторінки, що містять необмежену кількість інформації. І якщо в плані звичайних презентацій той же *PowerPoint* може позмагатися з *Articulate Storyline*, то для підготовки електронних курсів, підручників і довідок з великою кількістю тексту він явно не годиться саме з причини своєї односторінковості. Те ж саме можна сказати про *Adobe Captivate*. Таким чином, *Articulate Storyline* є якісною і простою в освоєнні програмою для створення інтерактивного мультимедійного контенту, в першу чергу освітнього спрямування. Рекомендується звернути увагу на цю програму всім фахівцям *e-learning*, педагогам, маркетологам і людям інших схожих спеціальностей.

Автором розроблено та впроваджено в навчальний процес в КНТЕУ дистанційні курси з дисциплін «Інженерна графіка» і «Прикладна механіка» з використанням *Articulate Storyline*. Також автор пропонує навчальний курс для викладачів «Створення дистанційних курсів за допомогою *Articulate Storyline*», з яким можна ознайомитись на сайті Лабораторії дистанційного навчання.

### Література

1. Сайт розробника програми *Articulate Storyline*. Режим доступу: [www.URL:https://community.articulate.com/](http://www.URL:https://community.articulate.com/)

## Матрична форма представлення інформації задачі оптимізації виробничої програми машинобудівного підприємства

**В.В. Самсонов, В.Р. Петухов**

*Національний університет харчових технологій*

Розглянемо машинобудівне підприємство, де виробничої процес організований на основі предметної спеціалізації. Цехи такого підприємства орієнтовані на випуск та збірку окремих деталей, вузлів або фінальних виробів. Ці вироби поступають по внутрішній кооперації в суміжні цехи на збірку вузлів, агрегатів або є фінальними виробами підприємства. Декомпозиція складних технічних виробів може складати до 10 рівнів. Кожний цех може виготовляти свої вироби на власному обладнанні, може використовувати комплектуючі вироби інших цехів або інших підприємств. Окремі вироби можуть виготовлятися різними технологіями, з використанням різних матеріальних ресурсів.

Вектор  $X_i^\phi$  фінальних виробів  $i$ -го цеху,  $i \in I$  ( $I$  - кількість цехів), які визначаються спеціалізацією його потужностей. Враховуючи комплектуючі вироби, які входять до складу  $X_i^\phi$ , вектор  $X_i$  виробів  $i$ -го цеху розраховується за виразом  $X_i = K_i X_i^\phi - X_i^{mmc}$ , де  $K_i$  - матриця комплектації (кількість виробу  $x_i \in X_i$  у виробі  $x_i^\phi \in X_i^\phi$ ),  $X_i^{mmc}$  - вектор комплектуючих виробів для  $i$ -го цеху, які поставляються іншими цехами і(або) іншими підприємствами по лінії матеріально-технічного забезпечення. До складу векторів  $X_i^\phi$ ,  $X_i$  і матриці  $K_i$  також входять альтернативні варіанти виготовлення окремих виробів і їх комплектуючих.

Фінальні вироби  $X_j^\phi$  цехів можуть входити до складу векторів  $X_j^{mmc}$ ,  $j \in I$  інших цехів і(або) до вектору  $X^\phi$  фінальних виробів підприємства, яке формується як  $X^\phi = \bigcup_{i \in I} X_i^\phi$ .

До складу загальних моделей планування виробничої програми підприємства або цеху входять наступні моделі (на прикладі цеху) [1]:

- технологічні  $A_i X_i \leq B_i$ , які формуються по технологічним нормам матриці  $A_i$  виготовлення виробів  $X_i$  по видам виробництва і професіям робочих, а обмеження  $B_i$  по фондах роботи обладнання і витрат робочого часу;

- техніко-економічних показників  $C_i X_i \geq T_i$ , які формуються по вартісним показникам матриці  $C_i$  виготовлення виробів  $X_i$  по видам техніко-економічних показників діяльності, а обмеження - встановлені прогресивні значення цих показників;

- матеріально-технічного забезпечення  $S_i X_i \leq M_i$ , яка формується по нормам затрат сировини, матеріалів та інших видів ресурсів матриці  $S_i$

виготовлення виробів  $X_i$  по видам ресурсів, а обмеження по наявним об'ємам цих ресурсів;

- комплектації  $X_i \geq K_i X_i^{\phi} - X_i^{mrc}$ , яка формується по нормам комплектації матриці  $K_i$  випуску фінальних виробів  $X_i^{\phi}$ , а їх обмеження характеризують нижню межу випуску  $X_i$ .

Задача оптимізації виробничої програми підприємства розглядається в дворівневій ієрархічній системі [2] з використанням ідеології системної оптимізації [3], яка дозволяє побудувати людино-машину технологію прийняття колективного рішення. Важливим в цієї технології є формування в діалоговому режимі зазначених матриць та організація взаємозв'язків між ними по узгодженості інформації про комплектуючі вироби, нормативи окремих видів їх виробництва, затрат різних ресурсів, можливістю і обґрунтуванню переходу від випуску окремих виробів на альтернативні варіанти та інше. Стовпцями матриці комплектації є фінальні вироби цеху, а рядками є комплектуючі вироби  $X_i$ , які виробляються в цеху. На перетині вказується кількість відповідних комплектуючих виробів, які входять до складу фінального виробу. Якщо комплектуючий виріб є також фінальним виробом цеху, то на перетині стовпця і рядка ставиться 1, в інших рядках – 0.

Альтернативні варіанти виготовлення фінальних виробів також представлені в матриці. При цьому розмірність матриці збільшується: стовпців на кількість альтернативних способів виготовлення фінальних виробів; рядків – на кількість видів їх комплектуючих.

Корегування матриць передбачається на різних етапах розв'язання задачі виробничої програми: початковому формуванні моделі задачі оптимізації; при несумісності задачі знаходження несумісних обмежень, шляхів їх усунення і визначення відповідних заходів; координації планів цехів; визначення «вузьких» місць організації потужностей і виробництва.

Процес праці з матрицями потребує створення відповідних інструментальних засобів, які дозволять формувати математичні методи формальних процедур і будувати гнучку діалогову технологію розв'язання задач планування узгодженого виробництва цехів і підприємства в цілому.

### Література

1. Самсонов В.В. Модель формирования производственной программы предприятия в изменяющихся условиях // Модели развития региональных систем в изменяющихся условиях. – К.: Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова АН УССР, 1991. – с. 42-46.

2. Самсонов В.В. Двухуровневый алгоритм задачи оптимизации производственной программы предприятия // Математические методы в технике и технологиях – ММТГ-24: сб. трудов XXIV Междунар. науч. конф.: в 10 т. Т. 2. Секция 2. – К.: НТУУ «КПИ», 2011, с. 19-21.

3. Самсонов В.В. Деякі процедури системної оптимізації формування виробничої програми підприємства // Наукові праці Національного університету харчових технологій. - К.: НУХТ, 2010, № 33, с. 84-87.

## Основні питання розробки інформаційних технологій

О.Л. Сєдих, С.В. Маковецька

*Національний університет харчових технологій*

Проектування раціональних технологічних процесів обробки даних є досить складним завданням. Ця складність зумовлена тим, що сама система автоматизованої обробки технологічних даних належить до класу складних систем і при її розробці повинні враховуватися багато параметрів, серед яких не тільки суто технічні, але і параметри, які враховують різноманітні людські чинники, питання підвищення термінів експлуатації і використання інструментальних засобів, зменшення термінів розробки тощо. Для раціональної побудови й оптимізації технологічного процесу доцільним є застосування параметричної моделі процесу.

Важливим елементом у процесі виробництва продукції є обґрунтоване визначення критичних параметрів технологічного процесу та встановлення припустимих відхилень показників якості продуктів, що одержуємо на кожній стадії.

Проектування раціональної технології варто розглядати як задачу прийняття рішень. Кожна задача такого типу характеризується наявністю ряду цілей і наявністю різноманітних шляхів досягнення даних цілей із різною ефективністю їхньої реалізації. Ефективність реалізації різних варіантів технологічного процесу повинна бути кількісно визначена, тобто виражена за допомогою визначеної величини, а саме критерію ефективності. Користуючись даним показником, можна визначити порівняльні переваги і недоліки різних варіантів організації технологічних процесів.

В основі якісної оцінки інформаційної технології лежить розмаїття методів і засобів її конструювання. Найважливішим показником є ступінь відповідності інформаційної технології науково-технічному рівню її розвитку.

При проектуванні технології обробки виробничих даних в діалоговому режимі центральним моментом є організація діалогу користувача і ЕОМ, в ході якого користувач отримує інформацію про стан рішення задачі і має нагоду активно впливати на хід обчислювального процесу.

Технологія діалогового режиму на практиці сприяє якнайкращому поєднанню можливостей користувача і ЕОМ в процесі рішення технологічних задач.

### Література

1. Крилов І. В. «Інформаційні технології: теорія і практика» / І. В. Крилов. – М.: «Центр», 1996 р.
2. Батюк А.Є. Концепція створення інформаційно-аналітичних систем в управлінні / А.Є. Батюк, Г.Т. Кравчук. // Моделювання та інформаційні технології: Зб. наук. пр. ІПМЕ НАН України. 1999. Вип.4.

## Дослідження методу динамічного програмування

А.М. Сільвестров, Т.В. Логвин

*Національний університет харчових технологій*

Дослідження різноманітних процесів, в т.ч. й економічних, як правило, починається з їх моделювання, тобто відображення реального процесу через математичне співвідношення. При цьому складають рівняння чи нерівності, які пов'язують різні показники процесу, що досліджується і складають систему обмежень. У реальності всі економічні процеси та явища функціонують і розвиваються в часі, тобто за своєю природою динамічні. Це вимагає від менеджерів розв'язання практичних задач, в яких необхідно враховувати можливі зміни економічних процесів у часі за умов, що процесом можна керувати, тобто впливати на хід його розвитку.

Один з поширених методів, що застосовується в економіці - метод динамічного програмування. Його математичний апарат дозволяє розв'язувати багатокрокові задачі оптимального управління [1]. Основною ідеєю даного методу є пошук оптимального в сенсі певного критерію, при управлінні процесом серед множини всіх допустимих рішень, тобто таке рішення, яке дає екстремальне (найбільше або найменше) значення цільової функції. Під багатокроковістю розуміють або багатоступеневу структуру процесу, або розподіл управління на ряд послідовних етапів, що відповідають, як правило, різним моментам часу.

До задач динамічного програмування належать задачі календарного планування, розподілу інвестицій, управління запасами, поточного та капітального ремонту, планування проведення ремонтно-профілактичних робіт.

В залежності від задачі динамічного програмування є можливість розділити управлінський процес на етапи, що поділяються на часові проміжки (місяць, квартал, рік), або мають умовний характер. Особливість усіх задач динамічного програмування полягає в тому, що на кожному етапі враховуються попередні зміни, керуючи перебігом подій, оцінюючи якість такого управління. Використання даного методу дає змогу прийняти ряд управлінських рішень, що забезпечує оптимальність розвитку системи в цілому [2].

Алгоритм побудови моделі динамічного програмування:

1) обираємо спосіб розбиття процесу на кроки;

2) вводимо параметри стану  $\xi_k = (\xi_k^{(1)}; \xi_k^{(2)} \dots \xi_k^{(s)})$  та змінні управління  $v_k = (v_k^{(1)}; v_k^{(2)} \dots v_k^{(s)})$  на кожному кроці процесу;

3) записуємо рівняння стану  $\xi_k = F(\xi_{k-1}, v_k)$ ;

4) вводимо показники ефективності на кожному кроці  $f(\xi_{k-1}, v_k)$  і

сумарний показник – цільову функцію:  $Z = \sum_{k=1}^n f(\xi_{k-1}, v_k)$  ;

5) вводимо для розгляду умовні максимуми  $Z_k^*(\xi_{k-1})$  показника ефективності від  $k$ -го кроку (включно) до кінця процесу та умовні оптимальні управління на  $k$ -му кроці  $v_k^*(\xi_{k-1})$ ;

6) згідно з обмеженнями задачі визначаємо для кожного кроку множину  $P_k$  допустимих управлінських рішень на цьому кроці;

7) використовуємо функціональні рівняння Беллмана, а саме:

$$Z_k^*(\xi_{k-1}) \cdot \max_{v_k \in P_k} f(\xi_{k-1} \cdot v_k) + Z_{k+1}^*(\xi_k) \quad \text{та} \quad Z_n^*(\xi_{n-1}) \cdot \max_{v_n \in P_n} f(\xi_{n-1} \cdot v_n) .$$

В результаті використання наведеного алгоритму, отримаємо об'єкт управління за відомою математичною моделлю, що є унікальним. Для кожного об'єкта управління математична модель видозмінюється залежно від розмірності задачі, характеру моделі (дискретна чи неперервна), виду функцій та інших характеристик моделі.

Основні переваги методу динамічного програмування

1. Ідея і метод динамічного програмування найбільше пристосовані до дискретних задач, якими в більшості є задачі управління.

2. Метод динамічного програмування можна застосовувати за будь-якого способу завдання цільової функції та з будь-якою припустимою множиною станів та керувань. Цієї переваги позбавлені класичні методи оптимізації та інші обчислювальні методи математичного програмування.

3. Обчислювальні схеми методу динамічного програмування в дискретному випадку пов'язані з перебиранням оптимальних значень показника ефективності й керування на  $k$ -му кроці для всіх можливих значень змінної стану, але обсяг розрахунків при цьому значно менший, ніж за прямого перебирання варіантів. Це пов'язано з тим, що на етапі умовної оптимізації «невдалі» варіанти відразу відкидаються, а зберігаються лише умовно оптимальні на даному кроці.

4. Метод динамічного програмування дає можливість аналізу чутливості до зміни вихідних даних станів  $\xi_k$  та їх кількості  $n$ . Тому зі зміною вихідних даних можна не розв'язувати задачу заново, а зробити лише нескладні додавання до вже виконаних розрахунків, тобто продовжити вже розв'язану задачу за рахунок збільшення кількості кроків  $n$  або кількості значень  $\xi_k$ .

Метод динамічного програмування буде використано для опису та аналізу динамічних об'єктів управління в реальному часі з метою подальшої ідентифікації та ефективного управління.

### Література

1. *Болтянский В.Г.* Математические методы оптимального управления / В. Г. Болтянский. — М.: Наука, 1969. — 410 с.

2. *Перестюк М.О.* Задачі оптимального керування / М. О. Перстюк, О. М. Станжицький, О. В. Капустян. — К.: ТВ і МС, 2004. — 55 с.

## Метод структурной диагностики беспроводных компьютерных сетей

А.Л. Становский, О.С. Савельева, А.А. Становский

*Одесский национальный политехнический университет*

Беспроводные компьютерные сети (БКС) позволяют обеспечивать значительно большие удобства для пользователей информационных систем. Широкое использование таких сетей приводит к росту требований к их надежности, отказоустойчивости и производительности.

Важным фактором при проектировании и эксплуатации БКС является способность оценивать состояние их структуры. Поиск структурных неисправностей усложняется не только структурным непостоянством, но и отсутствием единого формализованного подхода, что приводит к высоким временным затратам на проведение диагностического эксперимента. Также сейчас отсутствует единая формализованная методология, позволяющая локализовать каждый из видов повреждений сети. В то же время, на узлах БКС накапливается много информации, которая может вообще не использоваться для основной работы, но которая, в то же время, содержит на скрытом уровне важные знания о структуре сети и ее «историю» от начала эксплуатации до текущего времени.

Эту особенность БКС использовали в предложенном методе их структурной диагностики с помощью скрытых марковских моделей (СММ) для обеспечения снижения временных затрат как на этапе проектирования, так и на этапе эксплуатации.

БКС моделировали двумя множествами. Одно множество представляло структуру и параметры скрытой части сети, второе – параметры доступной части сети. В рассмотренной задаче СММ определяется такими компонентами: общим количеством состояний скрытой части компьютерной сети  $s(t)$  (если речь идет только о структуре, то любое новое состояние получается из предыдущего удалением некоторого количества элементов и (или) связей между ними); распределением вероятностей начального состояния скрытой части структуры объекта  $\pi = \{\pi_i\}$ ; размером алфавита  $M$  наблюдаемой последовательности  $c(t)$  (это может быть, например, некоторая информация, которая хранится на одном из доступных серверов сети); матрицей вероятностей переходов  $A$  (полученной в результате предыдущих исследований БКС); матрица вероятностей  $B$  появления того или другого сигнала от множества  $C_j$ , полученной в результате обучения СММ

Таким образом, новизна предложенного подхода к структурной диагностике состоит в делении частично поврежденной БКС на две части: поврежденная – служит собственно объектом диагностики, а доступная – источником наблюдаемой информационной последовательности для построения и обучения СММ.

**Система моніторингу співробітництва кафедри з ІТ - Компаніями****Т.О.Телишева, А.С.Можаровський***Національний технічний університет України «КПІ»*

Автоматизований моніторинг співробітництва - це людино-машинна розподілена система, у якій за допомогою технічних засобів забезпечується збір, накопичення, обробка інформації про студентів та про діяльність, плани та стратегії компаній відносно співробітництва; встановлення комунікації між представниками компаній, зацікавлених в співпраці, та відповідальними працівниками кафедри. Співпраця заключається в сумісному укладенні договорів, планів співпраці, інших нормативних документів де встановлені певні обов'язки для сторін з метою досягнення поставлених цілей.

Для кафедри найбільш важливими умовами для роботи є зручність обліку, ведення планів та комунікації з партнерами. Таким чином, розробка програмного забезпечення системи моніторингу співробітництва з ІТ-підприємствами, є актуальною задачею.

Призначення системи – автоматизоване керування процесом співробітництва кафедри та підприємств, зацікавлених в співпраці, з захищеним обміном даних між підприємствами та кафедрою. Область застосування – організація навчального процесу на кафедрі.

Основні вимоги до системи:

- облік договорів кафедри з ІТ- компаніями;
- автоматичне формування договорів згідно з шаблонами;
- збереження відсканованих копій оригіналів договорів;
- розробка планів співробітництва з ІТ компаніями;
- моніторинг результатів виконання планів співробітництва;
- моніторинг навчальних програм та інших видів робіт, що виконує ІТ компанія;
- облік студентів, що задіяні в програмі співробітництва з ІТ компаніями (направлені, пройшли співбесіду, беруть участь в навчальних програмах, відібрані для роботи);
- моніторинг поточної роботи студентів в компанії згідно з договорами про співробітництво;
- облік робіт, що виконані студентами та зараховані як альтернатива навчальним роботам;
- облік робіт, що виконанні компанією з матеріально-технічного розвитку кафедри;
- формування та друк вихідних документів;

Проектування системи виконувалось засобами BPWin та UML. Було розроблено діаграми: IDEF0 діаграма трьох рівнів декомпозиції; IDEF3 діаграма; DFD модель; ER діаграма(структура бази даних); use case діаграма; діаграма класів; діаграма станів; діаграма послідовностей.



Нижче наведено приклад IDEF0 діаграми першого рівня декомпозиції.

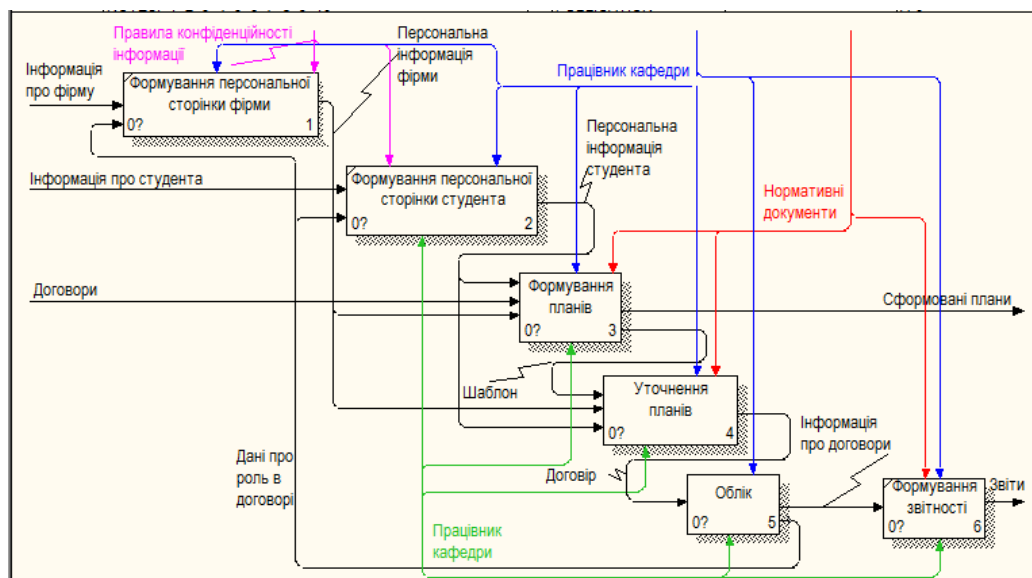


Рис. 1 - IDEF0 діаграма першого рівня декомпозиції.

На основі аналізу вимог розроблене технічне завдання .

На етапі конструювання виконувались кодування модулів, верифікація, модульне тестування, інтеграція модулів, інтеграційне тестування та налагодження.

«Система моніторингу співробітництва» є розподіленою, тобто вона складається з клієнтської та серверної частини. Клієнтська частина системи написана на мові розмітки HTML з використанням технологій JSP і сервлетів. Увесь код сторінки транслюється в java-код сервлета за допомогою компілятора JSP сторінок і потім компілюється в байт-код віртуальної машини java(JVM). Система є платформонезалежною, оскільки контейнер сервлетів Apache Tomcat, що виконує JSP сторінки може працювати на різних платформах.

Сервер написаний на мові програмування Java, з використанням технології EJB для роботи з реляційною базою даних. Для управління базою даних використовується СУБД MySQL.

База даних включає в себе таблиці, які містять інформацію про студентів кафедри; про компанії що співпрацюють з кафедрою; облік наявності запитів від фірм для роботи зі студентами; облік подій, що відбуваються та відбуватимуться в майбутньому в рамках роботи кафедри.

Програмне забезпечення впроваджене на кафедрі автоматизованих систем обробки інформації та управління факультету інформації та обчислювальної техніки, для чого розроблена технічна та користувацька документація.

### Література

1. Офіційний сайт Java Enterprise Edition 6 Technologies – Режим доступу: [www.URL: http://oracle.com/technetwork/java/javaee/tech/index-jsp-142185.html/](http://oracle.com/technetwork/java/javaee/tech/index-jsp-142185.html/) – 2014.
2. Офіційний сайт IDEF [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.URL:http://idef.com/](http://idef.com/) – 2014.

## Формування титульних сторінок освітніх та інформаційних сайтів з урахуванням особливостей уваги людини

Т.В. Цибульська

*Інститут психології імені Г.С. Костюка НАПН України*

В сучасному світі практично кожний навчальний процес відбувається за допомогою веб-технологій. Однією із важливіших задач, під час створення інформаційного ресурсу (надалі сайту), стоїть правильне положення компонентів на титульній сторінці, від цього буде залежати популярність та частота відвідування вашого сайту [1].

Головне меню повинно розміщуватись по центру відступивши на 20-25 % відносно всього розміру від верхньої границі, перелік пунктів виконується в рядок. Це робиться для того щоб звернути увагу людини на необхідну інформацію. Якщо меню буде знаходитися біля лівої або правої границі, користувач, що буде заходити на відповідний веб-ресурс, не одразу буде бачити перелік основних розділів сайту, а буде шукати на сторінці, витрачаючи час.

Під меню, по центру, розміщують головну інформацію про даний сайт (головна сторінка), там розміщують основні питання, які розглядаються на веб-ресурсів. Для яких задач може бути використана, зазвичай роблять не більше 20 рядків, та таким чином, щоб не охоплював більше за половину сторінки. Новини, що викладені на сайті за останній час розміщують ліворуч або праворуч від основної інформації. Також над меню може бути малюнок [2], що тематично відповідає сайту таким чином зацікавлює відвідувача.

На рис. 1 приведено приклад розміщення складових веб-сторінки: 1- головне меню, 2 – основна інформація, 3 – основні новини ресурсу, 4 – малюнок.

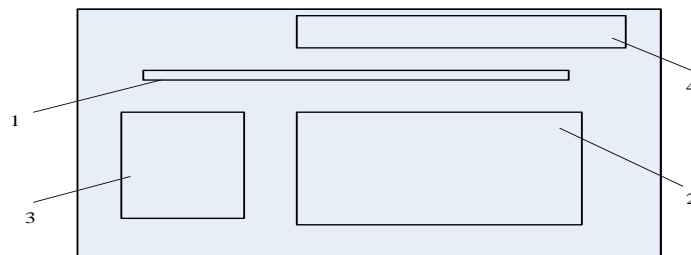


Рис. 1. Схема розміщення складових титульної сторінки сайту

Таким чином було розглянуто схема розміщення складових на титульній сторінці інформаційних сайтів. Дана схема являє собою приклад оформлення інформаційно-навчальних веб-ресурсів, розроблювалась на основі психологічних особливостей людини.

### Література

1. Чепмен Н. Цифровые технологии мультимедиа / Чепмен Н., Чепмен Д. – Москва: «Вильямс», 2004. – 624с.
2. Шапошников И.В. Web-сайт своими руками / Шапошников И.В. – Санкт-Петербург: «ВНУ», 2000. – 224с.

## Контекст та онтології в реалізації прикладних системах розповсюдження знань

**Ю.П. Чаплінський, О.В. Субботіна**

*Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова  
Національної академії наук України*

Поширення інформації та знань є ключовою задачею будь-якої організації, яка пов'язана з виробленням та розповсюдженням знань, в особливості нових видів унікальних (та цінних) за змістом, які є корисними та доступними. В цьому контексті, поширення інформації та знань з безпеки продуктів харчування розглядається в напрямку покращення якості життя з точки зору економічних, екологічних та соціальних питань. Під контекстом будемо розуміти будь-яку інформацію, яка може бути використана або характеризує відповідну складову процесу розв'язання задачі прийняття рішень. Основою для цього є сучасні інформаційні та комунікаційні технології, що використовуються для реалізації ефективного доступу до відповідної інформації та знань. Метою інформаційної системи підтримки безпеки харчових продуктів є розробка механізму поширення інформації до кінцевих користувачів шляхом створення інтелектуальної інформаційної системи (включаючи структуру та склад інформації та знань, методи доступу, доставки та обробки) для питань, що пов'язані з безпекою продуктів харчування. Така система базується на онтологокерованих підходах, методах та алгоритмах, що реалізують ланцюг «інформація-консультація-прийняття рішень-навчання». Розроблена інформаційна система є багато-користувальницькою, інтерактивною, Web-орієнтованою інформаційною системою. Інформаційне забезпечення включає в себе різні аспекти, такі як а) знання та інформацію з виробництва та переробки; б) аспекти безпеки харчових продуктів, включаючи стандарти, закони, небезпеки, навчальні матеріали і т. п. Основними зацікавленими учасниками в системі безпеки продуктів харчування були визначені: виробники та переробники харчових продуктів, споживачі, регуляторні органи та освітні організації. Інформаційні потреби зацікавлених сторін поділені на бізнесові, освітні, технічні та загальні. Розроблена система надає можливість управляти різними інформаційними об'єктами, такими як новини, ринки, компанії, освітні можливості, гранти, стандарти, закони, попередження, поради, небезпеки, актуальні питання і т. п. З врахуванням викладеного, інформаційна система підтримує: когнітивні знання ("знаю, що"); прикладні знання застосування ("знаю, як"); системне розуміння ("знаю, чому"); особисту мотивацію ("хочу знати, чому").

Представлена система реалізована як складова частина Вірмено-Американського проекту з технічної допомоги в галузі безпеки продуктів харчування.

## Concept of Smart Grid for Electric Power Distribution

F. Krawiec

*Warsaw University of Life Sciences, Poland*

Today competitive generators are the predominant source of supply and the transmission and distribution are common carriers, known in the electric sector as open access. These competitors ship their electric energy to customers over large lines, and distribution system regulated by a regulatory agency. Deregulated retail sellers, often owned by the same companies that own nearby generators, purchase electric energy from generators and sell it to retail customers.

This paper presents a brief description of the Smart Grid Concept for electric power distribution generated by distributed generators (DG).

The Smart Grid means combining time-based prices with the technologies that can be set by users to automatically control their use and self-production, lowering the power costs and offering other benefits such as increased reliability of system as a whole. It is often more simply described as the marriage of modern information technology (IT) and the electric system.

The Smart Grid impacts on end users will be potentially profound. Customers will face electric prices that vary within each day, and they will have far more information and control over their power use and costs. With software simple enough to run on cell phone, they will monitor the energy used by several appliances linked to their home network, controlling them immediately or programing them to react to prices. With the touch of a button you will be able to program your air conditioner to turn off fifteen minutes out of every hour when hourly electric prices exceed a certain set-point. As a result you will be a little warmer, but you will also save some money.

By its technical architecture, the smart grid will also encourage small-scale local generation, commonly referred to as *distributed generation* (DG).

The widespread use of small generators will force the grid to become bidirectional and create many system-wide, but hard-to-measure, cost savings along with many regulatory challenges.

Another change brought on by the Smart Grid will be the greater use of electricity storage. The technologies that allow customers and utilities to communicate and share grid control will easily accommodate storage devices. Cheap, large-scale storage is correctly called a disruptive technology because if power can be stored cheaply the entire paradigm of immediate balance is obliterated. First off, balancing the grid gets infinitely easier – rather than worrying about turning power plants on and off constantly, you just let the batteries charge when there is less demand and discharge when there is more.

Customer control systems responding to prices, smaller local generators, and much greater levels of storage are the three physical landmarks of the downstream Smart Grid. This new technology suite will enable customers to observe and control their electricity use as never before and to participate in keeping the grid balanced. A system that previously flowed power only from large central sources to downstream

customers will flow in both directions from locally based generation and storage.

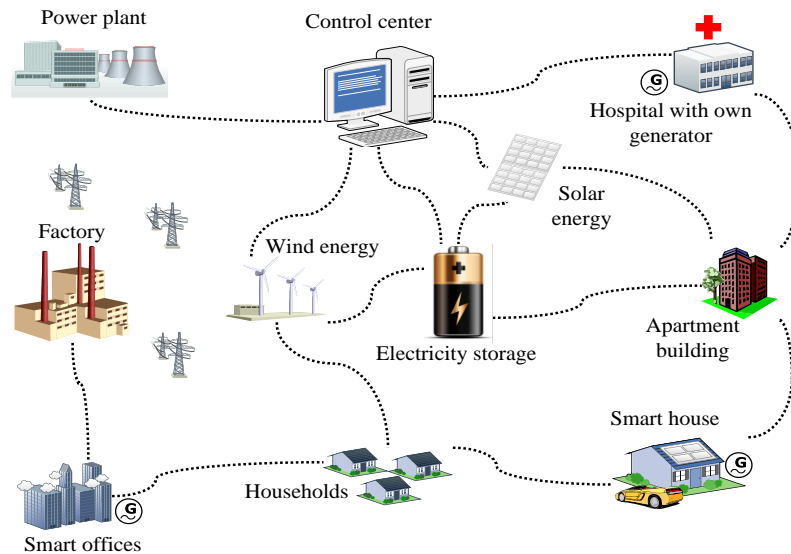


Figure1. The Smart Grid

A system that previously flowed power only from large central sources to downstream customers will flow in both directions from locally based generation and storage. New power management systems will respond automatically to hourly prices and utility signals. These features are illustrated in Figure1. This figure shows the Smart Grid as a system linking every element of the power system, from large generators (upper left) to home and offices (bottom). The control center (upper middle of figure) sends out price and control signals throughout the system and keeps it perfectly balanced.

*The real time prices.* Successful implementation and efficient functioning of the Smart Grid requires that the system be managed day by day and hour by hour. That means delivering an effective set of economic signals to producers and users in the form of more flexible and accurate electric prices.

The system operators and the hundreds of power plants they balance, the cost of making power unquestionably change each hour (even within an hour).

Nearly all hour- to-hour “spot market” transaction between utilities use some form of hourly price based on constantly changing marginal cost or the result of an hourly computerized auction that matches buyers and sellers.

The prices that retail customers pay, equal to hourly wholesale prices (plus a number of fixed delivery fees) are known as real time prices. Real time prices sent accurate signals, but they also require constant vigilance and adjustment, and they can easily change hundred times over course of a day.

### References

1. *Faruqui A.* Will the Smart Grid Promote Wise Energy Choice? Presented at Illinois Smart Grid Initiative, Chicago, Il, August 5, 2008.
2. *Fox-Penner P.*, Smart Power. Climate Change, the Smart Grid, and the Future of Electric Utilities, Island Press, Washington DC, 2010.
3. *Krawiec F.*, Energy. Zasoby, procesy, technologie, rynki, transformacje, modele biznesowe, planowanie rozwoju, Difin, Warszawa 2012.

Спеціалізована інжинірингова фірма, заснована в 2008 році, з розробки та впровадження систем автоматизації різного призначення. Кадрове забезпечення складають фахівці з автоматизації – випускники НУХТ.

### Основні напрямки діяльності:

- Цукрова промисловість;
- Спиртова та біоетанольна промисловість;
- Маслоекстракційна промисловість;
- Зберігання та переробка зерна;
- Скляна промисловість;
- Гірничо-збагачувальна промисловість;
- Теплоенергетичні об'єкти промислових підприємств.

### Приклади реалізації в різних галузях промисловості:

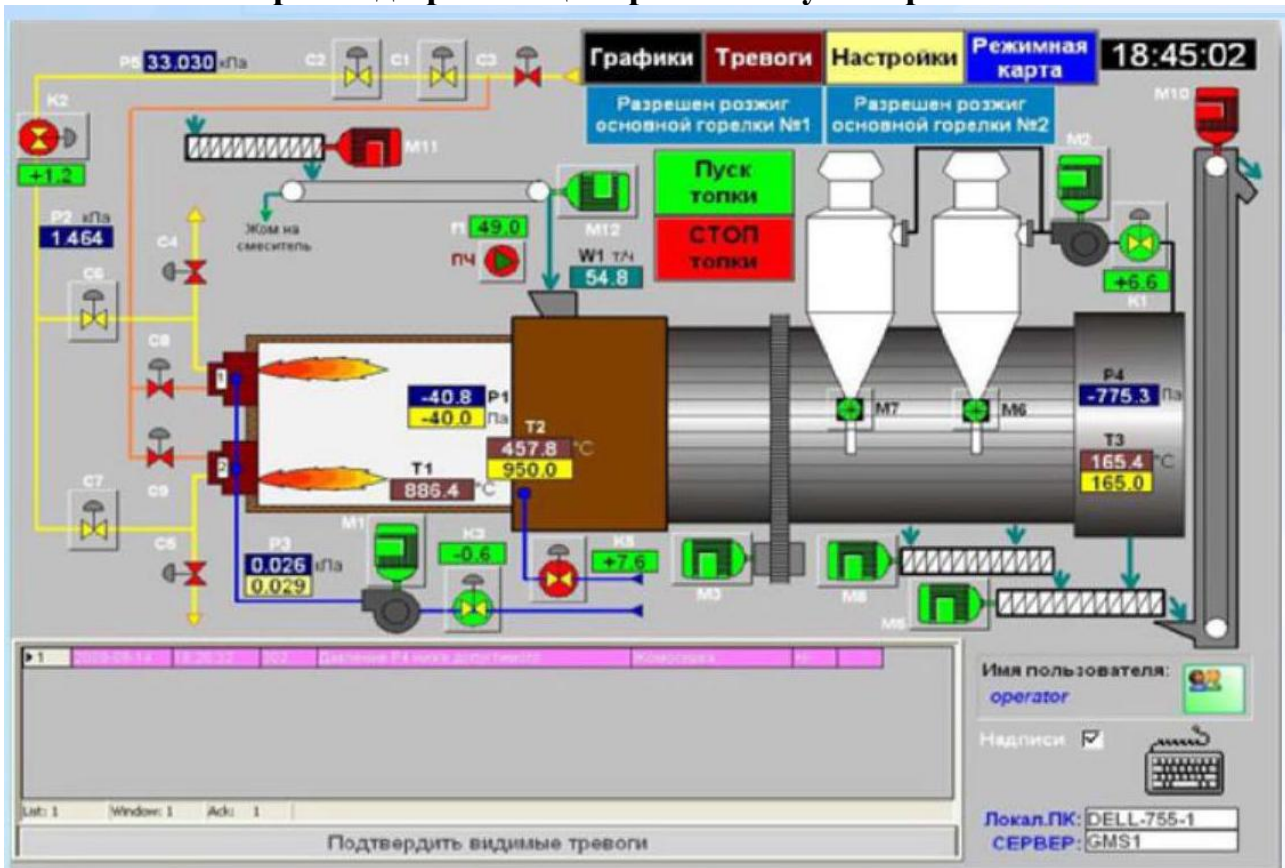


Рис. 1.

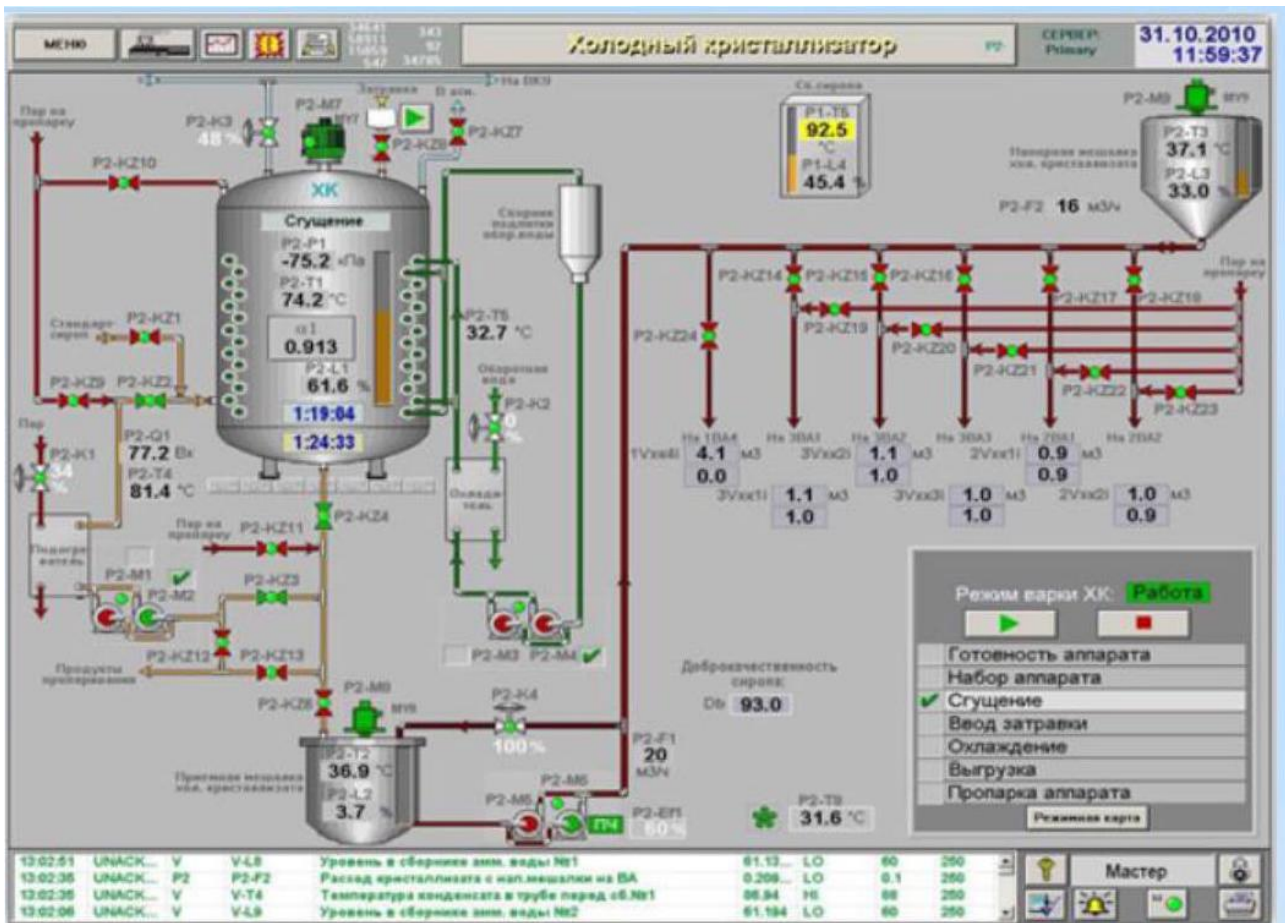


Рис. 2.

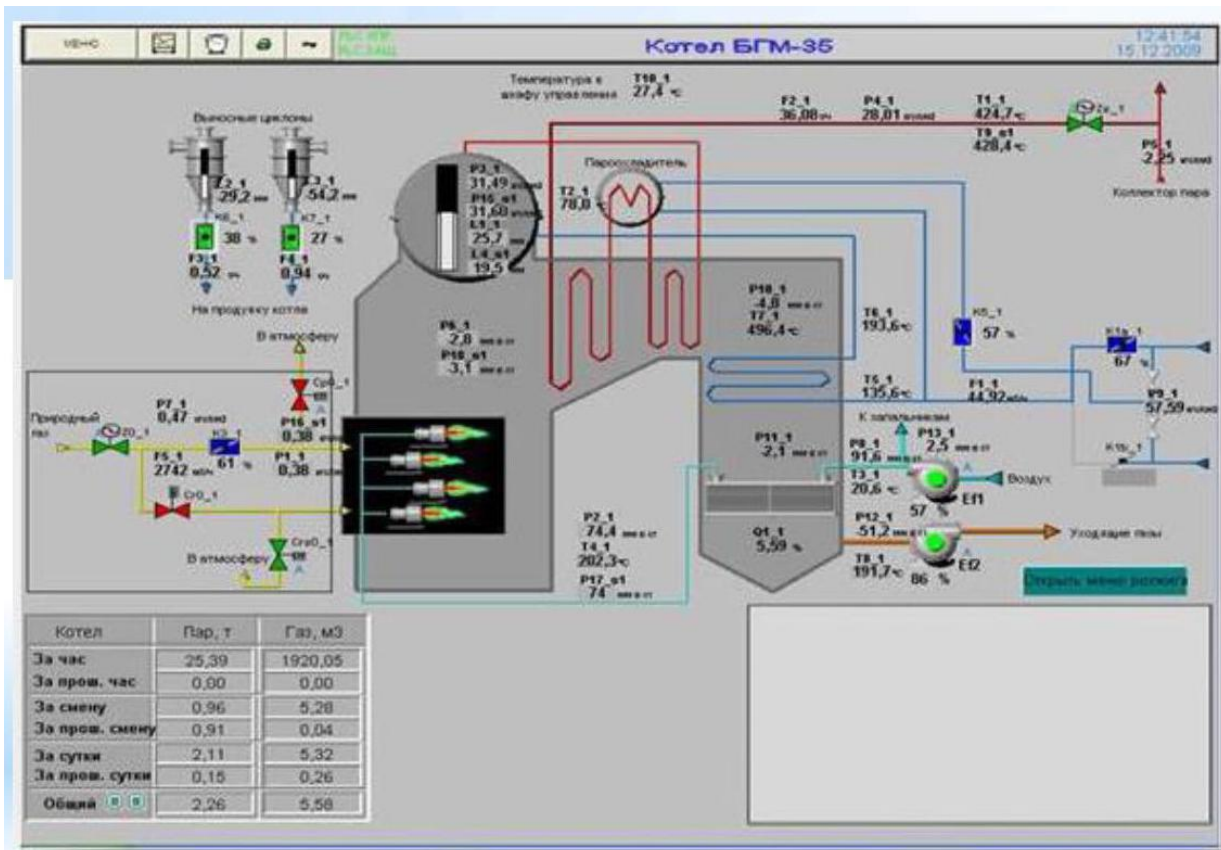


Рис. 3.

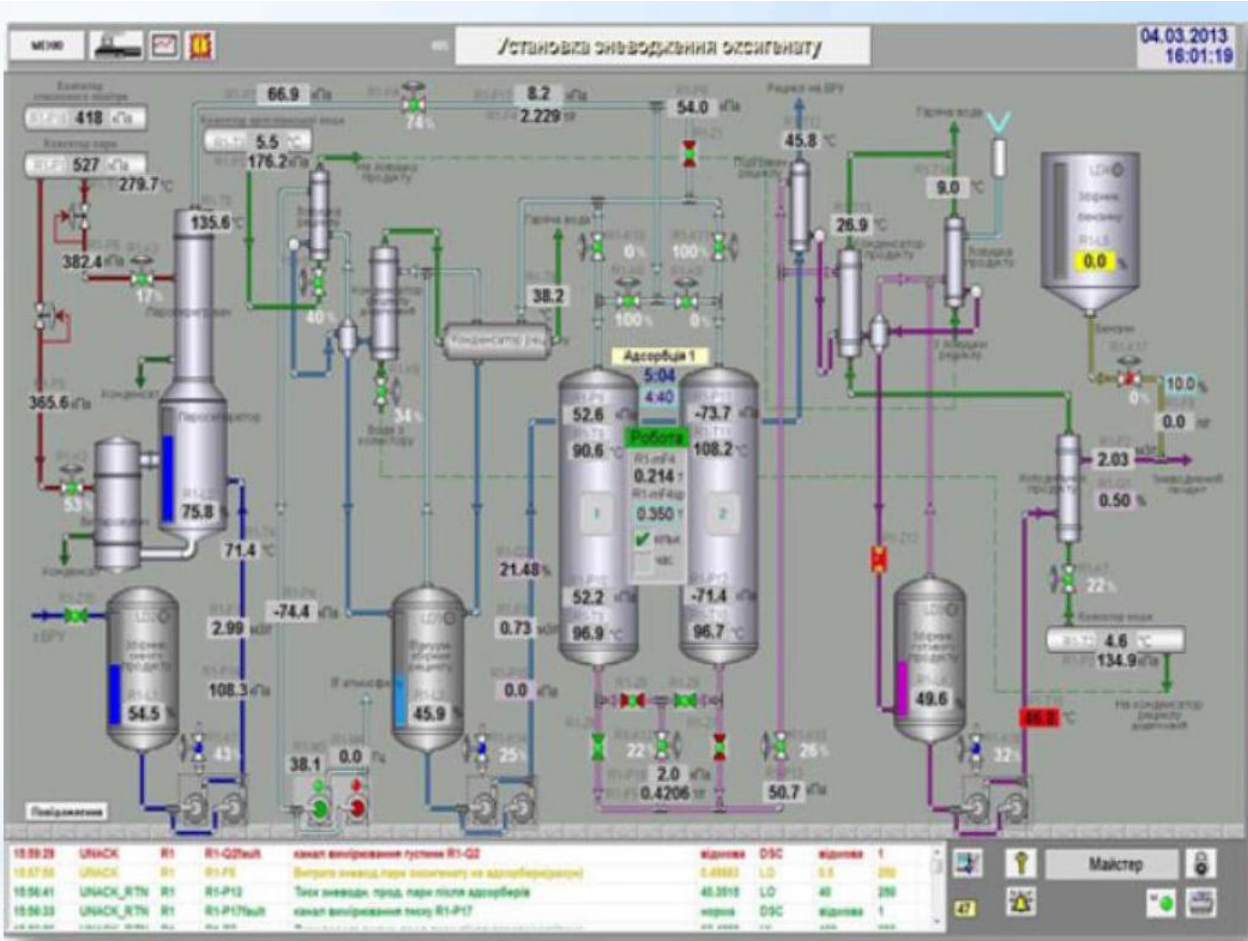


Рис. 4.

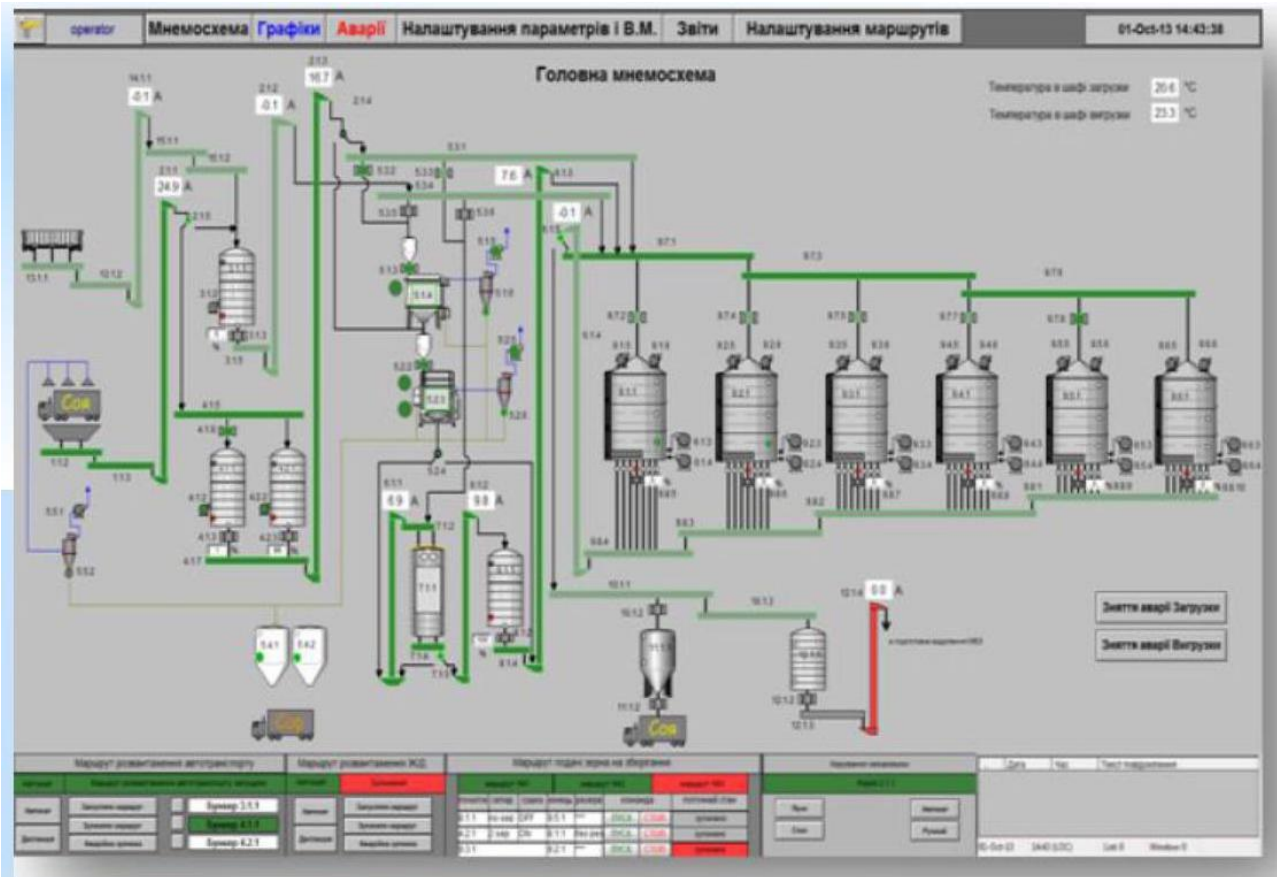


Рис. 5.





Рис. 6.

В системах автоматизації використовуються технічні засоби провідних фірм світу (первинні перетворювачі, контролери, персональні комп'ютери), об'єднані у промислові мережі різного рівня та призначення.

Функціональні можливості розроблених автоматичних систем забезпечують не лише підтримання технологічних режимів на заданому рівні, а також сприяють енергозбереженню за рахунок зменшення узагальненої функції втрат, яка визначається якістю перехідних процесів на тривалих інтервалах управління.

Останнім часом системи автоматизації доповнюються елементами координації підсистем технологічних комплексів, а також алгоритмами та засобами технологічного моніторингу.

Наукове видання

**МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА  
КОНФЕРЕНЦІЯ**

***СУЧАСНІ МЕТОДИ, ІНФОРМАЦІЙНЕ, ПРОГРАМНЕ ТА  
ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ  
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИМИ ТА  
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ***

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ**

27 листопада 2014 рік

Відповідальний за випуск **А.П. Ладанюк**

НУХТ. 01601 Київ - 33, вул. Володимирська, 68  
[www.nuft.edu.ua](http://www.nuft.edu.ua)  
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК No 1786 від 18.05.