

УДК 62-52

**ПРИКЛАДНА ТЕОРІЯ КЕРУВАННЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ОБЛАДНАННЯ КОМПАНІЇ HONEYWELL**

Медведєв Р.Б., Сангінова О.В., Мердух С.Л., \*Головащенко П.Д.

**ПРИКЛАДНАЯ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ КОМПАНИИ HONEYWELL**

Медведев Р.Б., Сангинова О.В., Мердух С.Л., \*Головащенко П.Д.

**APPLIED THEORY OF CONTROL USING HONEYWELL EQUIPMENT**

Medvedev R., Sanginova O., Merdukh S. \*Golovaschenko P.

Національний технічний університет України «КПІ»

[olga.sanginova@gmail.com](mailto:olga.sanginova@gmail.com)

\*ІІІ «Хоневелл-Україна»

[info.ukraine@honeywell.com](mailto:info.ukraine@honeywell.com)

У даній статті описана навчальна система для практичної підготовки спеціалістів у галузі автоматизації процесів керування на базі обладнання фірми Honeywell.

**Ключові слова:** прикладна теорія керування, технологічний об'єкт керування, розподілена система керування, стратегія керування

В данной статье описана учебная система для практической подготовки специалистов в области автоматизации процессов управления на базе оборудования фирмы Honeywell.

**Ключевые слова:** прикладная теория управления, технологический объект управления, распределенная система управления, стратегия управления

This article describes the educational system for practical training of specialists in the automation of control processes based on the Honeywell equipment.

**Keywords:** applied theory of control, technological object of control, distributed control system, control strategy

**Вступ**

У 2013 році на кафедрі кібернетики хіміко-технологічних процесів Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» був відкритий спільний НТУУ «КПІ» – «Хоневелл Україна» учбово-прикладний Центр розробки стратегій керування хіміко-технологічними процесами.

Поряд із теоретичною частиною процесу навчання фахівців в області автоматизації технологічних процесів важливу роль відіграють практичні навички роботи із сучасним обладнанням. Створений навчальний Центр дозволить майбутнім фахівцям із комп'ютерно-інтегрованих технологій одержати необхідний практичний досвід роботи в реальних виробничих умовах. Для цієї мети використовуються мікропроцесорні контролери компанії Honeywell, що входять до складу розподіленої системи керування Exregion PKS [1].

## **Постановка задачі**

На базі створеного центра можуть виконуватись теоретичні дослідження об'єкта регулювання й розроблення системи автоматичного керування [2], можливо також наочно відстежити процес керування реальним об'єктом за заданим законом, зрівняти реальну картину поведінки технологічного комплексу із модельованою, оцінити ступінь адекватності моделі, виявити невраховані при моделюванні залежності.

Усім поставленим вимогам відповідають мікропроцесорні контролери, які широко використовуються в сучасному виробництві. Вони компактні, являють собою закінчений автономний апарат і можуть реалізувати практично будь-який закон регулювання.

Прикладне програмне забезпечення дозволяє створювати різні алгоритми керування технологічним процесом, інтерфейс користувача, зберігати відомості про процес регулювання у базі даних, відображати тренди змінних стану процесу й багато іншого.

Вирішувати ці та інші суміжні завдання в рамках лабораторних і практичних занять дозволяє впроваджена на кафедрі КХТП розподілена система керування Experion PKS фірми Honeywell.

## **Загальна характеристика системи Experion PKS**

Дана система призначена для побудови стратегій керування технологічними процесами й відпрацювання навичок конфігурування систем та їх налагодження. Запропонована система дозволяє підвищити рівень підготовки технологів і фахівців з автоматизації шляхом використання контролера C200 компанії Honeywell і спеціального програмного забезпечення, яке використовується на багатьох сучасних підприємствах. Структура навчальної системи, реалізованої в навчальному Центрі НТУУ «КПІ» - «Хоневелл Україна», представлена на рис. 1.

Учбова система складається з наступних основних частин: резервованого та нерезерованого контролерів C200 компанії Honeywell; сервера із операційною системою Windows Server 2000 і програмним забезпеченням Experion PKS та десяти робочих станцій.

У якості ТОК у навчальному Центрі використовуються такі імітаційні об'єкти керування, як піч для нагріву технологічної суміші та проточна ємність із двома вхідними та одним вихідним потоками.

## **Опис об'єктів керування**

Перший об'єкт представляє собою піч для нагріву технологічної суміші. Принципова схема об'єкта регулювання представлена на рис. 2.

Вимірюваною вихідною величиною є температура суміші на виході апарата у (°C). Керуючим впливом – ступінь відкриття клапана подачі тепла до печі (%). Параметр стану: температура суміші на виході апарата –  $x$  (°C).

Метою керування для цього об'єкта може бути:

- підтримка заданого температурного режиму печі;
- стабілізація одного з параметрів на заданому рівні.

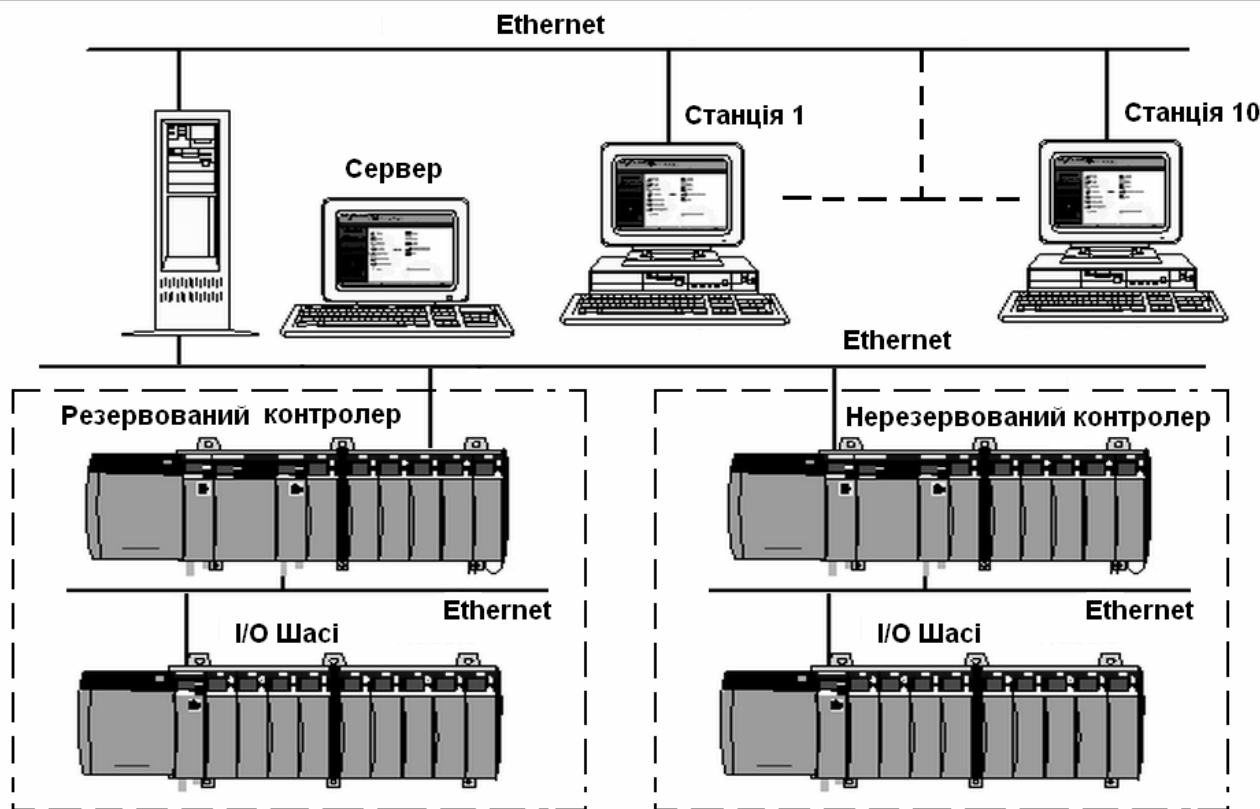


Рис. 1. Узагальнена архітектура навчальної системи Exceion PKS

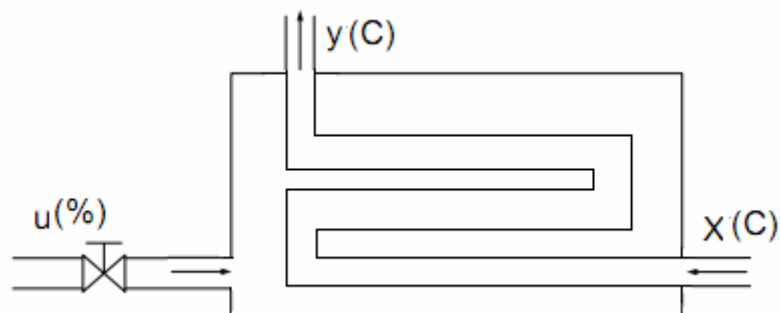


Рис. 2. Піч для нагріву технологічної суміші

Другий об'єкт являє собою ємність із двома вхідними потоками речовини й одним вихідним [3]. Утворена суміш вільно витікає з отвору в дні ємності (рис. 3).

Для даного об'єкта була розроблена математична модель у вигляді системи нелінійних диференціальних рівнянь стану та алгебраїчних рівнянь виходу. Загальний вигляд моделі у векторній формі представлений наступним чином:

$$\begin{cases} \dot{\bar{X}} = \bar{F}(\bar{X}, \bar{U}), & \bar{X}(0) = \bar{X}_0 \\ \bar{Y} = G(\bar{X}) \end{cases}$$

де  $\bar{X} = (x_1, x_2, x_3)^T$  – вектор параметрів стану;  $\bar{U} = (u_1, u_2)^T$  – вектор параметрів керування;  $\bar{Y} = (y_1, y_2)^T$  – вектор вихідних змінних.

Праві частини цих рівнянь є компонентами нелінійних векторів-функцій  $\bar{F}(\bar{X}, \bar{U})$  та  $G(\bar{X})$ .

Вимірювані вихідні величини – рівень у ємності  $y_1$  (м) і густина вихідного потоку  $y_2$  (кг/м<sup>3</sup>). Керуючі впливи – витрати компонентів А та В -  $u_1, u_2$  (кг/год).

Параметри стану: концентрація компонента А в суміші -  $x_1$  (%); концентрація компонента В у суміші -  $x_2$  (%); температура суміші -  $x_3$  (°C).

Метою керування для таких об'єктів можуть бути:

- підтримка заданого рівня в ємності;
- підтримка заданого складу вихідного потоку;
- стабілізація одного із параметрів;
- інше.

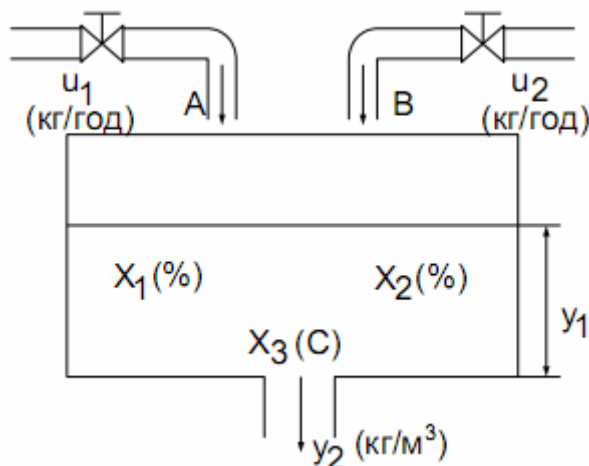


Рис. 3. Ємність із двома вхідними потоками

У якості програмних засобів моделювання для учбових стендів був використаний продукт Experion PKS компанії Honeywell, що є одним із основних програм, які входять до пакету Experion PKS – середовище програмування контролера Control Builder («Побудовник керування» – СВ).

### Середовище програмування контролера Control Builder

У Control Builder програмується середовище реалізації керування (Control Execution Environment – СЕЕ), модулі керування (Control Module – (СМ) і модулі входу/виходу (IOM). Необхідні модулі керування та модулі входу/виходу зв'язуються із середовищем реалізації керування, яка потім завантажується у контролер і формує алгоритм керування об'єктом.

Стратегія керування ТОК міститься у модулі керування. Модуль керування складається із типових функціональних блоків (FB), розташованих у бібліотеці блоків Control Builder. Програмування модуля керування зводиться до вибору необхідних для розв'язку поставленого завдання функціональних блоків, установленню зв'язків між ними й налаштуванні конкретних значень параметрів цих блоків [4].

### Стратегії керування об'єктами

При створенні модулів керування розглянутими технологічними об'єктами використані наступні функціональні блоки.

Блок аналогового вхідного каналу (Analog Input Channel – AICHANNEL), пов'язаний з модулем аналогового входу контролера, що приймає сигнал у діапазоні  $4 \div 20$  мА та у відцифрованій формі передає його до блоку AICHANNEL, який, у свою чергу, переводить його у діапазон  $0 \div 100$  % шкали.

Блок збору даних (Data Acquisition – DATA ACQ), що дозволяє переводити сигнали, що видаються блоком AICHANNEL у діапазоні  $0 \div 100$  %, у фізичні величини.

Блок допоміжних обчислень (Auxiliary Calculation – AUXCALC), що проводить із вхідними параметрами арифметичні або логічні операції, заздалегідь задані користувачем.

Алгоритм розв'язку математичної моделі ТОК реалізований за допомогою блоків AUXCALC.

Блок пропорційно-інтегрально-диференціального регулятора (proportional-integral-derivative – PID), що здійснює регулювання за ПІД-законом.

Він реалізує ідеальну форму обчислення частин ПІД алгоритму. Блок ПІД має два аналогові входи: змінна процесу (process variable – PV) та завдання (set point – SP). Різниця між значенням змінної процесу та завданням являє собою помилку, на підставі якої в блоці ПІД обчислюється керуючий вихід (output – OP), який повинен звести помилку до нуля.

Блок аналогового вихідного каналу (Analog Output Channel – AOCHANNEL), пов'язаний з модулем аналогового виходу контролера, що й видає сигнал у стандартному діапазоні 4÷20 мА.

Задача стабілізації рівня в ємності та температури в печі реалізуються модулями керування, структурні схеми яких представлені на рис. 4.

На входи блоків AICHANNEL1 і AICHANNEL2 (рис. 4 а) надходять струмові сигнали щодо ступеня відкриття вентилів (початкові рівні).

Блоки AUXCALC1 та AUXCALC2 реалізують математичну модель ємності із двома входами.

На вхід блоку AICHANNEL (рис. 4 б) надходить сигнал про ступінь нагріву суміші (початкова температура), а блок AOCHANNEL, у свою чергу, подає сигнал про закриття/відкриття клапана подачі гарячого повітря в піч.

### **Перспективи використання стенда в навчальному процесі**

Використання розробленого комплексу дозволить студентам не тільки розібратися в принципах побудови стратегій керування на базі мікропроцесорної техніки, але й ефективно діяти в робочих умовах, які постійно змінюються.

Схема стенда передбачає можливість заміни імітаційної частини реальними органами регулювання, вимірювальними приладами і т.д., наприклад, введенням серводвигунів, що здійснюють зміну струму у вхідних ланцюгах шляхом зміни положення рухомих контактів змінних опорів.

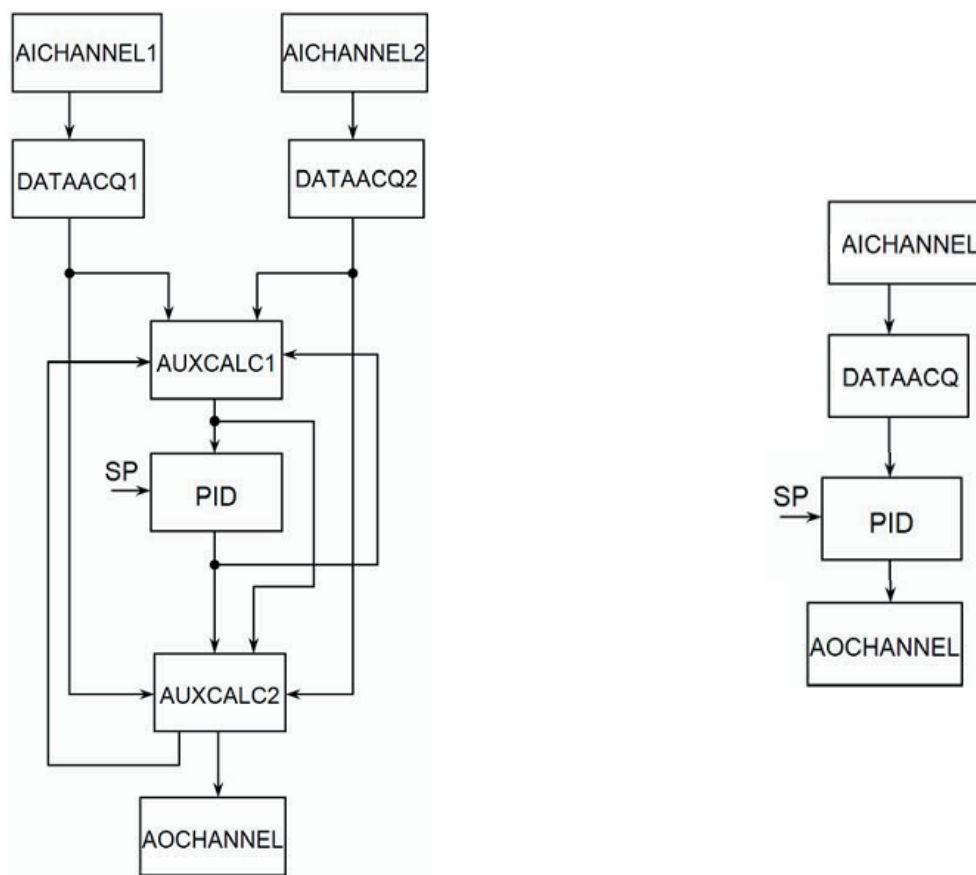
У ПО Experion PKS передбачена можливість оновлення програм, що дає забезпечити постійне удосконалення середовища керування контролером, що відповідає сучасним вимогам до засобів автоматизації.

Досі розглядався випадок, коли метою регулювання було лише підтримка рівня суміші в ємності. Надалі за допомогою розробленого стенда можливий розв'язок більш наближених до конкретних виробничих умов завдань, наприклад – підтримка заданих складу й рівня суміші шляхом введення в схему регульованого клапана на другому трубопроводі.

Використання графічних екранів Display Builder пакета, що входить до складу, Experion PKS, дозволить відтворити інформацію про стан системи (стенда) у більш доступній і наочній формі, спрощуючи спостереження за процесом регулювання.

Крім програмного забезпечення, призначеного для керування технологічним процесом за допомогою контролера, компанією Honeywell розроблені потужні системи для моделювання технологічного процесу, такі як Unisim. Дана система

дозволяє створювати моделі складних технологічних об'єктів, максимально наближені до реальних систем.



а) керування рівнем у ємності

б) керування нагрівом суміші

Рис. 4. Структурні схеми модулів керування

Пророблена на кафедрі кібернетики хіміко-технологічних процесів робота спільно із представниками компанії Honeywell зі створення моделей хіміко-технологічних об'єктів, сучасне програмне й апаратне забезпечення, подальше співробітництво з науковими центрами в області автоматизації й підприємствами дозволить створити на базі кафедри потужний віртуальний тренажер для максимально об'єктивного дослідження реальних технологічних процесів сучасних підприємств і способів регулювання такими процесами. Інформація й досвід, які можна буде одержати на такому тренажері, стануть істотним внеском у навчання майбутніх фахівців в області автоматизації хіміко-технологічних процесів і можуть бути використані на проведенні.

### Література

1. Подьямпольский С.В. Распределенная система управления нового поколения Exregion PKS фирмы Honeywell [Текст] / С.В. Подьямпольский, А.В. Родионов, Л.Р. Соркин (фирма Honeywell) // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2005. – № 09. – С. 1-6.
2. Земляк, Є.М. Автоматизоване моделювання безперервних та періодичних процесів і систем [Текст]: навч. посібник / Є.М. Земляк, Г.О. Стаюха. – К.: НМК ВО, 1992. – 144 с. – ISBN 5-7763-1282-5.

3. *Медведєв, Р.Б.* Керування хіміко-технологічними процесами [Текст]: навч. посібник / Р.Б. Медведєв. – К.: ІСДО, 2012. – 160 с.
4. *Компьютерный тренажер* для обучения операторов установки производства аммиака [Текст] / В.М. Дозорцев, Р.А. Владов, Д.Ю. Федоренко, В.В. Янишпольский // Компьютерное моделирование в химии и технологиях: тез. докл. науч.-практ. конф. (май 2000) – Черкаси: Видавництво «Черкаський ЦНТЕІ», 2008 – С. 160-165.

УДК 378

### ПІДГОТОВКА МАГІСТРІВ НАПРЯМКУ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЗГІДНО З УКРАЇНСЬКО-НОРВЕЗЬКИМ ПРОЕКТОМ EURASIA

Бугаєва Л.М., Бойко Т.В., Джигирей І.М., \*Стертен Ю., Семенюта О.О.

### ПОДГОТОВКА МАГИСТРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СОГЛАСНО УКРАИНСКО-НОРВЕЖСКОМУ ПРОЕКТУ EURASIA

Бугаева Л.Н., Бойко Т.В., Джигирей И.М., \*Стертен Ю., Семенюта А. А.

### MASTER TRAINING ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT ACCORDING TO THE UKRAINIAN-NORWEGIAN PROJECT EURASIA

Bugaieva L., Boyko T., Dzhygyrey I., \*Sterten J., Semenyuta A.

НТУУ «КПІ»

[bugaeva\\_l@ukr.net](mailto:bugaeva_l@ukr.net)

\*Gjovik University College, Norway

[jo.sterten@hig.no](mailto:jo.sterten@hig.no)

*У статті представлено результати діючого українсько-норвезького проекту EURASIA, головним напрямком якого є навчання магістрів за спеціальністю «Сталий виробництво». Представлені основні методики і засоби навчання. Викладено досвід дворічної роботи українських студентів і викладачів НТУУ «КПІ» з університетською коледжем м.Йовік (Норвегія).*

**Ключові слова:** *стале виробництво, підготовка магістрів, дистанційне навчання, гнучка методика*

*В статтє представлены результаты действующего украинско-норвежского проекта EURASIA, главным направлением которого является обучение магистров по специальности «Устойчивое производство». Представлены основные методики и средства обучения. Изложен опыт двухлетней работы украинских студентов и преподавателей НТУУ «КПИ» с университетским колледжем г.Йовик (Норвегия).*

**Ключевые слова:** *устойчивое производство, подготовка магистров, дистанционное обучение, гибкая методика*

*The article presents the results of the current Ukrainian-Norwegian project EURASIA, the main focus of which is to train master's degree on "sustainable production". The basic teaching*