

## ІНТЕГРАЦІЯ УНІВЕРСАЛЬНИХ МОДЕЛЮЮЧИХ ПРОГРАМ ІЗ СУЧАСНИМИ SCADA СИСТЕМАМИ

Бугаєва Л. М.

## ИНТЕГРАЦИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МОДЕЛИРУЮЩИХ ПРОГРАММ С СОВРЕМЕННЫМИ SCADA СИСТЕМАМИ

Бугаева Л. Н.

## INTEGRATION OF UNIVERSAL SIMULATION PROGRAMS WITH MODERN SCADA SYSTEMS

Bugaieva L.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Київ, Україна  
[bugaeva\\_l@ukr.net](mailto:bugaeva_l@ukr.net)

*В статті представлено підхід до поєднання сучасних моделюючих програм та систем SCADA для рішення задач управління хіміко-технологічними процесами. Представлено структуру взаємодії модулів програми ChemCad для розробки АСУТП та навчання операторів. Крім загальної схеми такої інтеграції, показано на прикладі сумісну роботу програм ChemCad та SCADA Trace Mode.*

**Ключові слова:** інтеграція, автоматизована система керування технологічним процесом, моделюючі програми, SCADA

*В статье представлен подход к объединению современных моделирующих программ и систем SCADA для решения задач управления химико-технологическими процессами. Представлена структура взаимодействия модулей программы ChemCad для разработки АСУТП и обучения операторов. Кроме общей схемы такой интеграции, на примере показана совместная работа программ ChemCad и SCADA Trace Mode.*

**Ключевые слова:** интеграция, автоматизированная система управления технологическим процессом, моделирующие программы, SCADA

*The article presents an approach to combining modern modeling programs and SCADA systems to solve the problems of controlling chemical-technological processes. The structure of interaction of modules of the ChemCad program for the development of process control systems and training of operators is presented. In addition to the general scheme of such integration, the example shows the joint operation of the ChemCad and SCADA Trace Mode program.*

**Keywords:** integration, automated process control system, simulation programs, SCADA

Останнім часом спостерігається стійке прагнення підприємств, особливо великих, оперативно вирішувати задачі проектування, реконструкції та диверсифікації виробництв власними силами із залученням створених ними ж інжинірингових компаній [1]. При цьому ключовим компонентом інтегрованої

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНА ПІДТРИМКА ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

системи в ланцюжку «проектування – пуск виробництва – управління процесом» є універсальні моделюючі програми (УМП). Такі програми, з одного боку, дружні користувачеві і зрозумілі як звичайному інженеру-технологу, так і висококваліфікованому інженеру-досліднику, а з іншого боку дозволяють моделювати на комп'ютерах всі необхідні варіанти стаціонарних і динамічних режимів промислових виробництв [2].

Раніше УМП здебільше працювали зі стаціонарними режимами. Однак необхідність враховувати при проектуванні та розробці технологічних регламентів виробництв можливостей управління різними параметрами процесів (з використанням регуляторів і контролерів різних типів) призвела до включення в УМП відповідних модулів для розрахунку динамічних режимів хіміко-технологічних процесів.

Так у широко відомій УМП *ChemCad* (розробник фірма «*Chemstations Inc.*», США) були створені додаткові модулі *CC-Reacs* і *CC-DColumn*, які дозволяють моделювати динамічні режими з контурами регулювання відповідно в реакторах з мішалкою і в колонних апаратах поділу. Для оперативного управління діючими виробництвами в режимі реального часу з використанням УМП *ChemCad* був розроблений інтерфейс *SCADA2CC*, який спільно з розподіленою системою управління *DCS* та системою візуалізації інформації *SCADA* дозволяє проводити комп'ютерне моделювання хімічних виробництв з промисловими даними, які поступають безпосередньо від вимірювальних приладів. При такій постановці постає завдання оптимізації виробництва, для чого в основний модуль *ChemCad*, призначений для розрахунку стаціонарних режимів процесів, була ще включена універсальна оптимізаційна програма (УОП). Як правило, розрахунковий модуль УОП реалізує алгоритм розв'язання задачі нелінійного програмування з різними критеріями оптимальності та всілякими обмеженнями.

Для вирішення комплексу задач автоматизованого управління технологічними процесами АСУТП необхідні додаткові динамічні модулі УМП *ChemCad*: *CC-Reacs* (для реакторів з мішалкою), *CC-DColumn* (для колонних апаратів поділу) і *CC-Polymer* (для реакторів полімеризації), а також для роботи в режимі реального часу – додаткові до *SCADA2CC* інтерфейси: *SCADA2CCD* і *SCADA2CCP*.

Застосування додаткових динамічних модулів *CC-Reacs*, *CC-DColumn*, *CC-Polymer* дозволяє вирішувати задачу динамічної оптимізації, необхідні для АСУТП. При цьому універсальна оптимізаційна програма УОП, яка в цьому випадку призначена для вирішення задач не тільки статичної, але і динамічної оптимізації, повинна мати можливість через спеціальний інтерфейс передавати розраховані оптимальні параметри виробництва в розподілену систему керування *DCS*. Як відомо, *DCS* (*Distributed Control System*) або українською «розподілена система керування» (РСК) – це автоматизована система керування технологічним процесом, що характеризується побудовою розподіленої системи вводу-виводу та децентралізацією обробки даних. РСК відповідає за контроль і візуалізацію промислових процесів, які мають спільну базу даних. Причиною появи таких систем свого часу була потреба забезпечення комп'ютерного керування роботою та налаштуванням аналогових регуляторів.

Всі ці модулі та схема їх взаємодії представлені на рис. 1.

Останнім часом все більш широке застосування знаходять УМП для навчання персоналу – операторів, безпосередньо керуючих хімічними виробництвами. В програмному середовищі *ChemCad* для цього використовуються динамічні моделі

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНА ПІДТРИМКА ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

хімічних виробництв *CC-Reacs*, *CC-DColumn*, *CC-Polymer*, разом із контурами регулювання: розглядається так зване віртуальне виробництво (рис.2).

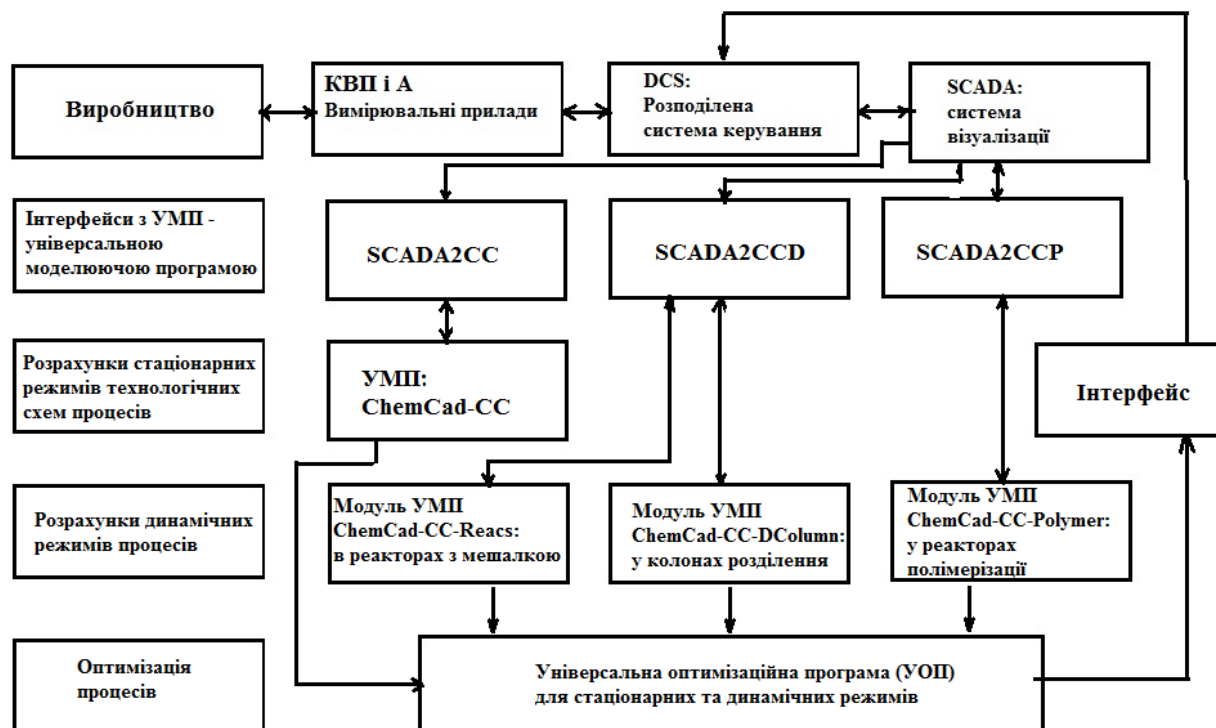


Рис. 1. Використання модулів УМП *ChemCad* в автоматизованих системах управління технологічними процесами

Слід зупинитись на ще одній важливій задачі, що пов'язана з керуванням технологічними виробництвами – це навчання операторів.

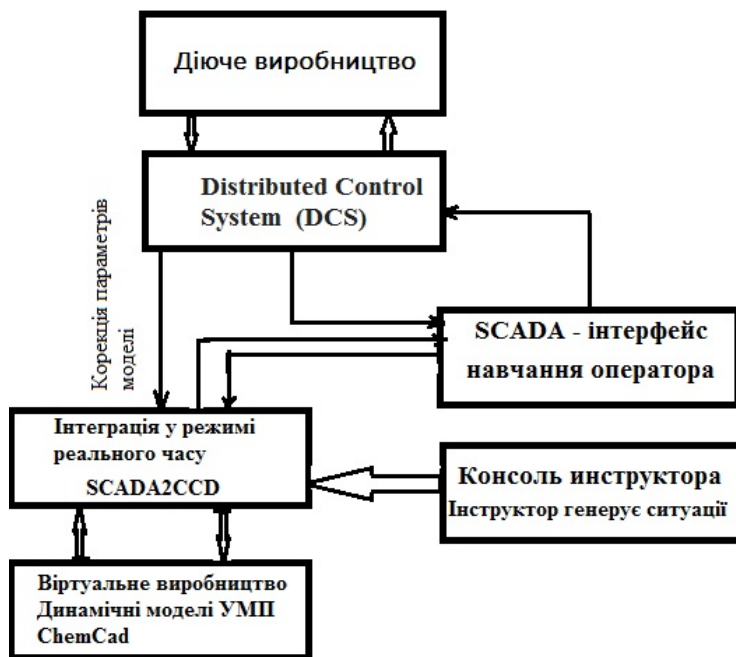
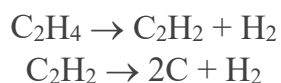


Рис. 2. Принциповий сценарій навчання оператора хімічного виробництва із застосуванням моделюючої програми *ChemCad*

Важливо, що для корекції параметрів динамічних моделей вони інтегруються через інтерфейс *SCADA2CCD* із діючим виробництвом, а генерація інструктором різних ситуацій, на яких навчаються оператори, виконується на комп'ютерній моделі виробництва в режимі офлайн, тобто без прямого зв'язку з реальним об'єктом (хімічним виробництвом).

Розглянемо як здійснюється інтеграція *ChemCad* та *SCADA Trace Mode* на прикладі розробки системи управління процесом синтезу ацетилену в кінетичному реакторі, який розглядався в роботі [3]. В моделюючій програмі *ChemCad* авторами була реалізована модель, що описує синтез ацетилену ( $C_2H_2$ ) з етилену ( $C_2H_4$ ) в кінетичному реакторі при температурах 900...1800 °С.

В основі даного процесу лежать наступні хімічні рівняння:



Далі комп'ютерна модель, створена в програмі *ChemCad*, інтегрується в *SCADA* за допомогою технології *Open Platform Communications (OPC)* як це представлено на рис.3. На схемі можна бачити як розроблена система управління процесом синтезу ацетилену на базі *SCADA Trace Mode* та математична модель, що реалізована в пакеті *ChemCad*, здійснюють інформаційний обмін «модель – система управління» за *OPC*-технологією. Структура взаємодії математичної моделі кінетичного реактора для синтезу ацетилену з *SCADA Trace Mode* за допомогою інтерфейсу *OPC* авторами статті [3] представлена на рис. 3.

Основною метою управління процесом синтезу ацетилену є максимальний вихід кінцевого продукту (ацетилену), тобто максимальна продуктивність установки. Задача системи управління при цьому полягає в забезпеченні технологічного режиму роботи, при якому досягається максимальна ступінь перетворення реагуючих речовин в реакторі.

Для експериментальної апробації запропонованого методу інтеграції математичної моделі реалізованої у *ChemCad* в *SCADA* авторами була розроблена система управління на базі *PID* регулювання. Проводились дослідження впливу температури вихідної суміші (етилену) на вихід кінцевого продукту – ацетилену при різних степенях відкриття клапана для подачі сировини. За результатами досліджень технологічних режимів реактора синтезу ацетилену стало ясно, що керування на базі типових *PID* алгоритмів не буде достатньо ефективним. Авторами було зроблено висновок, що для забезпечення максимальної продуктивності установки синтезу необхідно використовувати алгоритм каскадного регулювання, при якому вихід регулятора витрати сировини коригує завдання регулятору температури.

### ВИСНОВКИ

Як можна бачити, використання сучасних моделюючих програм для рішення задач керування через інтеграцію із системами *SCADA* дозволяє вирішити низку проблем у розробці ефективних АСУТП. Крім того, з точки зору підвищення компетенцій студентів в процесі навчання представлений підхід був би корисним при виконанні досліджень магістрами спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, тим більше що в процесі навчання вони вже отримують досвід роботи із програмними середовищами *ChemCad* [4] та *SCADA Trace Mode* [5].

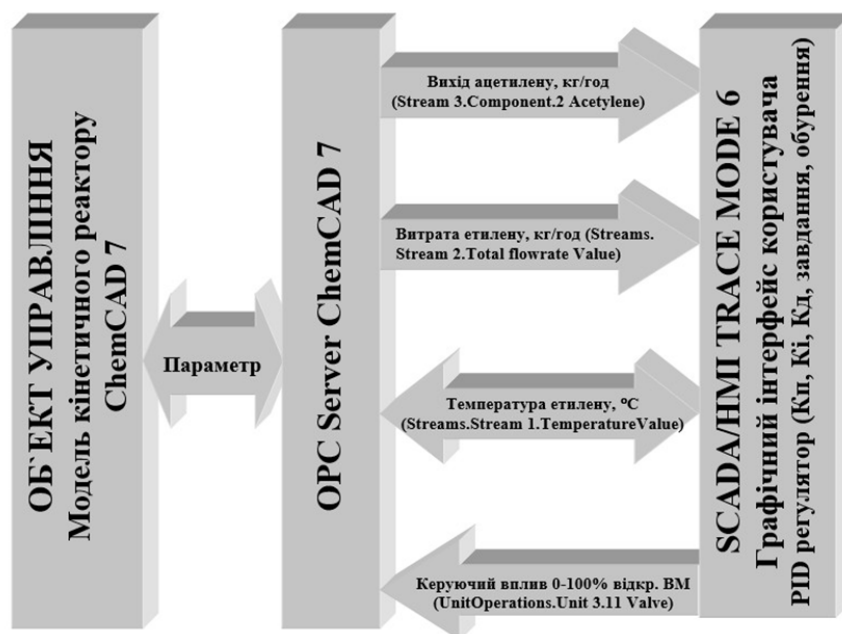


Рис. 3. Схема взаємодії ChemCad та SCADA Trace Mode

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гартман Т. Управление производством: моделирующая программа *ChemCad*. *The Chemical Journal*, Сентябрь, 2002. С. 44–46.
2. Левчук, І. Л., Білоброва Е. В., Корсун В. І. Принципи інтеграції спеціального програмного забезпечення інформаційно керуючих систем в сучасні SCADA системи. *Системи обробки інформації*, 2015. Вип.5. С. 141–144.
3. Левчук І. Л., Мисов О. П., Фесенко, Шейкус А. Р. Моделювання хіміко-технологічних процесів у SCADA за допомогою технології *Open Platform Communications*. *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*, 2020 № 2(94). С. 59–66. doi: 10.32620/reks.2020.2.05.  
[https://www.researchgate.net/publication/342307797\\_MODELUVANNA\\_HIMIKO-TEHNOLOGICNIH\\_PROCESIV\\_U\\_SCADA\\_ZA\\_DOPOMOGOU\\_TEHNOLOGII\\_OPEN\\_PLATFORM\\_COMMUNICATIONS](https://www.researchgate.net/publication/342307797_MODELUVANNA_HIMIKO-TEHNOLOGICNIH_PROCESIV_U_SCADA_ZA_DOPOMOGOU_TEHNOLOGII_OPEN_PLATFORM_COMMUNICATIONS)
4. Бугаєва Л. М., Бойко Т. В., Безносик Ю. О. Системний аналіз хіміко-технологічних комплексів: Підручник. Київ, Інтерсервіс, 2017. 254 с.
5. Сучасні програмні засоби автоматизації технологічних процесів: Метод. вказівки до лабораторних робіт для студ. студентів спеціальності «Автоматизоване управління технологічними процесами» напряму «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Уклад.: В. С. Цапар, О. А. Жученко. К. : НТУУ "КПІ", 2012. 50 с.