

Experience in teaching courses at faculties with chemical education, taking into account the principles of green chemistry plays significant role in "sustainable" thinking of students at both universities. So the issues of lectures and seminars were:

- The problems of Sustainable manufacturing in chemistry.
- The methods for evaluation of production sustainability.
- The modern software for evaluation of production sustainability. Software for simulation and assessing the sustainability of chemical-technological processes. The using package SimaPro for LCA. The Waste reduction algorithm (WAR) using with Chemcad flowsheeting environment.

As it well known, one of the main goals of ERASMUS projects is the internationalization of the learning process, the exchange of intellectual and cultural values between project participants from different countries. At national level there is a new Law (2014) of Higher Education in Ukraine, according to which UA universities will strive toward complex internationalization, ensuring that all students of all the study levels will have an international component during their studies, through study abroad programs.

Our students and lecturers have the opportunity to broad the academic and scientific experience via the mobility project. It will give an impetus for further mutual cooperation between Department of Cybernetics of Chemical Technology Processes Faculty of Chemical Technology the National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" and Chemical and Environmental Science Department (University of Limerick).

REFERENCES

1. Hamza Y. Ismail, Saeed Shirazian, Ivanna Skoretska, Oleksii Mynko, Bashir Ghanim, James J. Leahy, Gavin M. Walker, Witold Kwapinski. ANN-Kriging hybrid model for predicting carbon and inorganic phosphorus recovery in hydrothermal carbonization. *Waste Management*, 2019. Vol. 85. P. 242-252.

РОЛЬ І МІСЦЕ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ У ФОРМУВАННІ ФАХОВИХ ЗНАНЬ ІЗ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ «КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ СТАЛИХ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЧИХ КОМПЛЕКСІВ»

Бойко Т. В., Квітка О. О., Складанний Д. М., Шахновський А. М.

РОЛЬ И МЕСТО МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ ПО СПЕЦИАЛИЗАЦИИ «КОМПЬЮТЕРНО-ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТОЙЧИВЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ»

Бойко Т. В., Квитка А. А., Складанный Д. Н., Шахновский А. М.

THE PLACE AND ROLE OF MATHEMATICAL METHODS OF OPTIMIZATION IN VOCATIONAL TRAINING BY "COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES OF STEADY CHEMICAL PRODUCTION COMPLEXES" AREA OF SPECIALIZATION

Boiko T. V., Kvitka O. O., Skladanny D. M., Shakhnovsky A. M.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Київ, Україна
kxtp@kpi.ua

Статтю присвячено методичним аспектам викладання дисциплін з математичних методів оптимізації студентам спеціалізації "Комп'ютерно-інтегровані технології сталих хімічних виробництв" спеціальності "151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології". Проаналізовано роль вказаних дисциплін у формуванні фахових знань студентів і місця згаданих дисциплін у структурі навчання.

Ключові слова: математичні методи оптимізації, концепція викладання, система наскрізної підготовки фахівців, стале проектування, інтеграція процесів

Статья посвящена методическим аспектам преподавания дисциплин, связанных с математическими методами оптимизации, студентам специализации "Компьютерно-интегрированные технологии устойчивых химических производств" специальности "151 Автоматизация и компьютерно-интегрированные технологии". Проанализирована роль упомянутых дисциплин в формировании профессиональных знаний студентов и место данных дисциплин в структуре обучения.

Ключевые слова: математические методы оптимизации, концепция преподавания, система сквозной подготовки специалистов, устойчивое проектирования, интеграция процессов

The paper is devoted to the methodical aspects of teaching mathematical optimization disciplines for the students in the specialty "Automation and Computer-Integrated Technologies". The role of the mathematical optimization disciplines in the formation of professional knowledge of students and the place of the mentioned disciplines in the structure of teaching were analyzed.

Keywords: mathematical methods of optimization, teaching concept, system of cross-training of specialists, sustainable design, process integration

Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" готує фахівців спеціалізацією "Комп'ютерно-інтегровані технології сталих хімічних виробництв" спеціальності "151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології". На кафедрі реалізується програма наскрізної підготовки фахівців [1-3], створена на основі багаторічного вітчизняного і світового досвіду підготовки фахівців з вищою освітою та власних науково-педагогічних розробок. Дана програма відповідає нормативам вищої освіти за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» [4,5] та передбачає набуття фахових компетенцій у галузі автоматизованих та комп'ютерно-інтегрованих виробництв та сталих виробництв (тобто процесів (виробництв, технологій), що відповідають парадигмі сталого розвитку).

Окремим аспектам викладання спеціальних дисциплін та державної атестації на кафедрі кібернетики ХТП КІІ ім. Ігоря Сікорського присвячено серію публікацій, що представляли концепцію викладання дисциплін з технологій сталого розвитку [1], дисциплін циклу комп'ютерної підготовки [6, 7], методів обчислювальної математики [8], тощо, а також досвід підготовки і захисту атестаційних робіт бакалавра [9] та магістра [10].

Дана стаття присвячена аналізу ролі дисциплін з математичних методів оптимізації у формуванні фахових знань і місця згаданих дисциплін у структурі

навчання студентів спеціалізації "Комп'ютерно-інтегровані технології сталих хімічних виробництв" спеціальності "151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології".

Як було зазначено у [8], в межах напрямів наскрізної підготовки фахівців першого та другого рівнів за спеціалізацією «Комп'ютерно-інтегровані технології сталих хімічних виробничих комплексів» важлива роль належить умінню студентів будувати математичну модель процесу (явища, системи), що досліджується, та обирати засоби вирішення цієї моделі (рис. 1). До одного із класів математичних моделей у сучасній практиці проектування технологічних об'єктів, автоматизованого керування технологічними процесами, тощо, прийнято зараховувати і математичні формулювання задачі оптимізації.

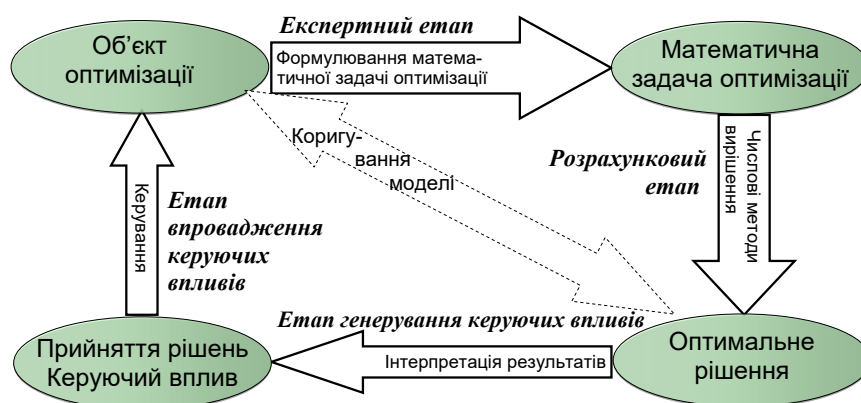


Рис. 1. Узагальнена схема процесу оптимізації як складової частини наукового дослідження

До вирішення задач оптимізації зводяться проблеми сталого проектування на основі інтеграції процесів [11], впровадження принципів «оптимальної кооперації» технології з оточуючим середовищем (концепція Тагучі) [12], синтезу адаптивних систем керування [13], та багато інших. Так, інтеграція процесів – важливий технологічний прийом, який відповідає концепції сталого розвитку. Інтеграція процесів дозволяє створювати технологічні системи, в складі яких відходи (або надлишкова теплота) однієї технології можуть слугувати сировиною (або добавками до сировини, джерелом енергії, тощо) для іншої технології. При цьому відходи однієї технології можуть нейтралізувати (компенсувати) викиди іншого виробництва (рис. 2). Таким чином забезпечується одночасне зниження витрат сировини і зменшення обсягів утворення відходів.

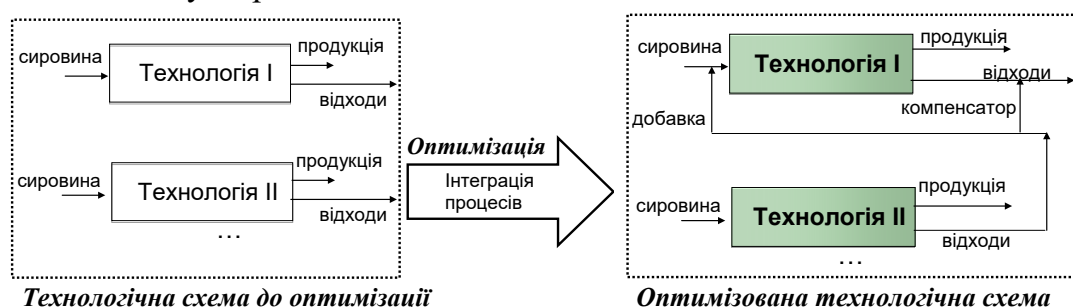


Рис. 2. Концепція оптимального сталого проектування технологічної схеми

Отже, математичні задачі оптимізації та методи їх вирішення постають у якості важливого інструменту фахівця із автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Систему наскрізної підготовки з математичних методів оптимізації на кафедрі кібернетики ХТП КПІ ім. Ігоря Сікорського представлено на рис. 3.

Як можна бачити, першому (бакалаврському) рівню вищої освіти відповідають базові знання та навички, отримувані студентами у курсі «Обчислювальна математика» у IV семестрі, і закріплювані у подальшому у спеціальних дисциплінах бакалаврату (зокрема, у дисциплінах «Спеціальні розділи математики», «Теорія автоматичного керування», «Комп'ютерне моделювання процесів і систем», «Моделювання процесів тепло- та масообмін», та ін..) у курсових роботах та дипломному проекті, під час виконання студентами науково-дослідної роботи.

Другий (магістерський) та третій (освітньо-науковий, освітньо-творчий) рівні, згідно до Закону України «Про вищу освіту», передбачають здобуття студентом поглиблених знань, умінь та навичок за спеціальністю (спеціалізацією), опанування методології наукової та професійної діяльності.

У програмі навчання другого та третього ступеню вищої освіти виконання науково-дослідної роботи, курсових робіт, атестаційних робіт забезпечують дві дисципліни – «Методи оптимізації об'єктів та систем керування» (I семестр магістратури, базова складова) та «Оптимізація складних технологічних систем» (II семестр магістратури, спеціалізована складова). Знання та навички, отримувані студентами у згаданих дисциплінах, закріплюються також у подальшому у спеціальних дисциплінах (зокрема, у курсах «Сучасна теорія управління», «Системний аналіз», «Моделювання енергозберігаючих та екологічних систем», тощо).

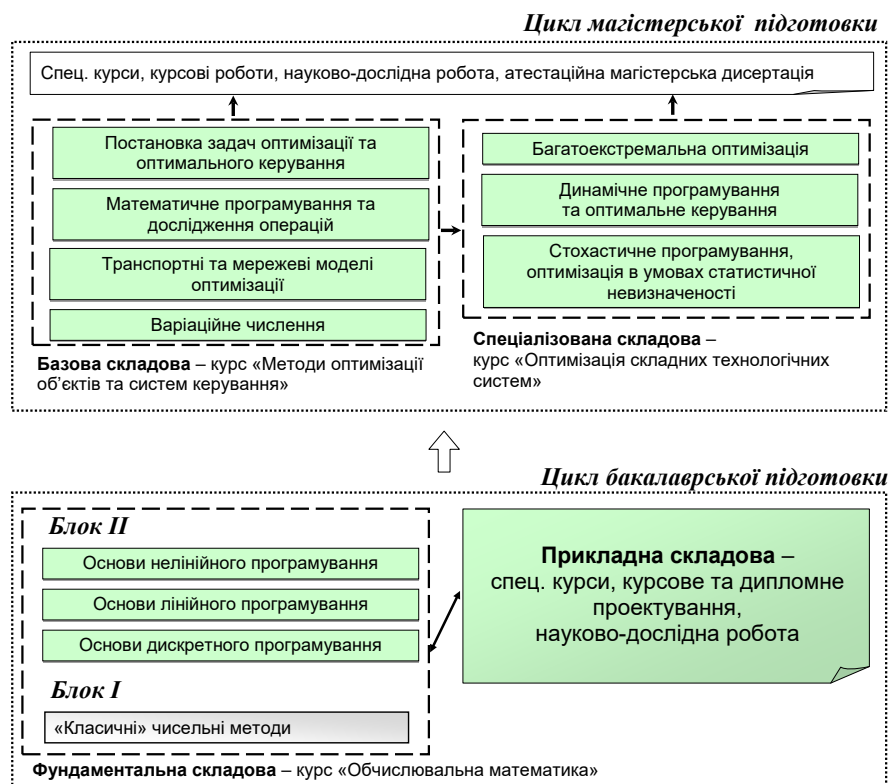


Рис. 3. Місце математичних методів оптимізації у структурі підготовки фахівця із спеціалізації «Комп'ютерно-інтегровані технології сталих хімічних виробничих комплексів»

ВИСНОВКИ

В результаті вивчення дисциплін з математичних методів оптимізації студенти здійснюють формалізований математичний опис об'єкту оптимізації, добирають методи та засоби вирішення математичних задач оптимізації із подальшим знаходженням оптимальних рішень та практичною інтерпретацією вказаних рішень.

У ході формулювання та вирішення задач оптимізації у процесі навчання є важливою запорукою формування у студентів належного стилю мислення: системності та бачення цілісної картини, уміння дотримуватися формально-логічної схеми міркувань, набуття навичок «сталого» мислення, тощо.

Подальше збільшення ефективності викладання дисциплін з математичних методів оптимізації вимагає застосування інноваційних методів навчання, зокрема. впровадження інтегрованих навчальних завдань, що забезпечують засвоєння математичних знань у їх зв'язку із практикою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко Т. В., Складанний Д. М., Бондаренко О. С. Структури наскрізної підготовки фахівців за спеціалізацією «Комп'ютерно-інтегровані технології сталих хімічних виробничих комплексів». *Збірник наукових статей П'ятої міжнар. наук.-практ. конф. КМХТ 2016*. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. С. 258-261.
2. Бойко Т. В., Складанний Д. М. До питання про планування навчального процесу підготовки бакалаврів за напрямом «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». *Збірник наукових статей Четвертої міжнар. наук.-практ. конф. КМХТ 2014*. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. С. 287-291.
3. Бойко Т. В., Складанний Д. М. Про підготовку фахівців другого рівня вищої освіти за програмою “комп'ютерно-інтегровані сталі хімічні виробництва”. *Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях і системах сталого розвитку – КМХТ-2018: Збірник наукових статей Шостої міжнар. наук.-практ. конф. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського*. Київ: НТУУ «КПІ», 2018. С. 273–276.
4. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування». URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/uploads/public/5bb/625/4ff/5bb6254ff235a196304729.pdf> (дата звернення 01.04.2019)
5. Освітньо-наукова програма, другий (магістерський) рівень вищої освіти, ступінь «магістр», галузь знань: 15 Автоматизація та приладобудування, спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, спеціалізація Комп'ютерно-інтегровані технології сталих хімічних виробничих комплексів. [Чинна від 2016 – 01 – 09]. К. : НТУУ «КПІ» 2016. 15 с. : табл. (Нормативний документ НТУУ «КПІ»).
7. Статюха Г. О., Квітка О. О., Бугаєва Л. М., Шахновський А. М. Система комп'ютерної підготовки фахівців зі спеціальності «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва». *Комп'ютерне моделювання в техніці і технологіях: Тези доповідей I науково-практичної конференції. Черкаси: Видавництво «Черкаський ЦНТЕІ», 2008. С. 193 –194*
7. Статюха Г. А., Квитка А. А., Бугаєва Л. Н., Шахновский А. М. Базовые аспекты компьютерной подготовки по специальности «Компьютерно-интегрированные технологические процессы и производства». *Комп'ютерне моделювання у хімії, технологіях і системах сталого розвитку: Збірник наукових статей третьої міжнар. наук.-практ. конф. Київ-Рубіжне (10-12 травня 2012 р.). 2012. С. 257-259.*

8. Бойко Т. В., Квітка О. О., Шахновський А. М. Чисельні методи як інструмент фахівця із автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій. *Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях і системах сталого розвитку – КМХТ-2018: Збірник наукових статей Шостої міжнар. наук.-практ. конф.* Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. С. 276-282.
9. Бойко Т. В., Шахновський А. М., Безносик Ю. О., Бондаренко С. Г., Фоглер О. М. Дипломне проектування бакалаврів за спеціалізацією "Комп'ютерно-інтегровані технології сталих хімічних виробничих комплексів". *Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях і системах сталого розвитку – КМХТ-2016*, 2016. С. 262-268.
10. Бойко Т. В., Безносик Ю. О., Бугаєва Л. М., Бондаренко С. Г., Квітка О. О., Шахновський А. М. Досвід підготовки магістерських дисертацій за програмами співробітництва із дослідницькими інститутами НАН України. *Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях і системах сталого розвитку – КМХТ-2016: Збірник наукових статей П'ятої міжнар. наук.-практ. конф.* Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. С. 246-257.
11. El-Halwagi M. Sustainable design through process integration. Amsterdam-Oxford-Cambridge: Elsevier, 2017. 448 p.
13. Згуровский М. З., Статюха Г. А. Роль инженерной науки и практики в устойчивом развитии общества. *Систем. дослідж. та інформ. технології*. 2007. № 1. С. 19-38.
13. Ляшенко С. А. Адаптивное управление безопасными технологическими процессами диффузионного отделения сахарного производства. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства*. 2014. Вип. 148. С. 520-527.

**ОСОБЛИВОСТІ ДИСЦИПЛІН ПЕРВИННОГО ЗАЛУЧЕННЯ
У СПЕЦІАЛЬНІСТЬ ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ «КОМП'ЮТЕРНО-
ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ СТАЛИХ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

Джигирей І. М., Шахновський А. М.

**ДИСЦИПЛИНЫ ПЕРВИЧНОГО ВОВЛЕЧЕНИЯ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ ДЛЯ
СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ «КОМПЬЮТЕРНО-ИНТЕГРИРОВАННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ УСТОЙЧИВЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»**

Джигирей И. Н., Шахновский А. М.

**CHARACTERISTICS OF DISCIPLINES OF PRIMARY INCLUSION
IN SPECIALITY FOR STUDENTS OF SPECIALIZATION COMPUTER-
INTEGRATED TECHNOLOGIES OF SUSTAINABLE CHEMICAL
PRODUCTIONS**

Dzhygyrey I. M., Shakhnovsky A. M.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Київ, Україна
amshakhn@xtf.kpi.ua**