

УДК 378.14

**ГАННА ДУТКА**

Львівський інститут економіки і туризму

**ГРИГОРІЙ ЛУЦЕНКО**

Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка

## **УПРОВАДЖЕННЯ CDIO-ПІДХОДУ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ В СИСТЕМУ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ЕКОНОМІСТІВ І УПРАВЛІНЦІВ**

У статті розглянуто концептуальні засади та принципи підходу CDIO в контексті модернізації інженерної освіти. Проаналізовано відповідність підходів до розробки програмних результатів навчання в CDIO та засад компетентнісного підходу. Визначено напрями за якими підхід CDIO може бути впроваджений для інших спеціальностей. Увага приділена можливостям розробки міждисциплінарних освітніх програм. Окреслено підходи до впровадження CDIO при підготовці майбутніх економістів та управлінців.

**Ключові слова:** професійна підготовка, майбутні економісти, інженерна освіта, концепція CDIO

**Постановка проблеми.** Важливою подією 2018 року стала зустріч у Парижі Міністрів європейських країн, відповідальних за вищу освіту. Відзначаючи значимі досягнення Болонського процесу, що втілювалися, зокрема, в побудові Європейського простору вищої освіти (ЄПВО), до визначення ландшафту якого активно залучені уряди європейських країн, заклади вищої освіти та стейкхолдери (Paris Communique, 2018). Серед зобов'язань, до яких долучена й Україна, є забезпечення якості й відповідності навчання й викладання майбутніх фахівців, шляхом імплементації "Стандартів і рекомендацій щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти" у національні та інституційні практики країн-учасниць Болонського процесу. Відповідно до вказаних стандартів і рекомендацій, сучасні освітні програми мають пропонувати різноманітні методи навчання та гнучке навчання, сприяючи професійному розвитку студентів (Standards..., 2015). Одним із напрямів розвитку системи вищої освіти, на якому наголошується в Паризькому комюніке, є міждисциплінарні програми, а також програми, що дозволяють поєднувати академічне навчання та навчання на робочому місці. Звернемо увагу, на той факт, що виразною тенденцією сучасної інженерної освіти є впровадження міждисциплінарних програм на стику інженерії, економічних наук й управління. Так, наприклад, Віденський університет пропонує бакалаврську й магістерську програми "Економічна інформатика", Грацький університет ім. Карла і Франца – магістерську програму "Глобальні дослідження в менеджменті та інформаційній науці", Університет ім. Йоганна Кеплера – магістерську програму "Цифровий бізнес-менеджмент". Однією з найпопулярніших є спеціальність "Інженерія та менеджмент", що пропонується Університетом Ковентрі, Королівським коледжем Лондону, Університетом Порсмуту (Великобританія), Королівським технологічним університетом Мельбурну (Австралія) та ін. Під час навчання на міждисциплінарних освітніх програмах, студенти вивчають такі дисципліни як "Управління бізнес-процесами та технології автоматизації ділових операцій", "Техніка представлення знань", "Електронний бізнес", "Великомасштабні інформаційні системи" тощо.

**Мету** нашого дослідження є аналіз CDIO-підходу до інженерної освіти в контексті його впровадження в системі професійної підготовки майбутніх економістів й управлінців та визначення підґрунтя для розробки міждисциплінарних освітніх програм у сфері інженерії, економіки та управління.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У контексті визначеної проблеми особливої уваги заслуговують праці вітчизняних та іноземних дослідників та освітян, які досліджували: компетентнісний підхід у сучасній освіті (Н. Бібік, В. Краєвський, О. Савченко, А. Хуторський та ін.); педагогічні засади професійної освіти (С. Гончаренко, Р. Гуревич, А. Гуржій, А. Кузьмінський, Л. Лук'янова, Н. Ничкало, С. Сисоєва та ін.); модернізацію засад інженерної освіти (В. Биков, Р. Гуревич, О. Коваленко, І. Сліпихіна, Е. Кроулі, К. Едстром та ін.).

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Одним з найцікавіших освітніх підходів початку XXI століття є концепція CDIO, поява якої пов'язана з загальними потребами удосконалення професійної підготовки майбутніх інженерів. Аббревіатура CDIO сформована поєднанням чотирьох термінів: Conceiving (Планування), Designing (Проектування), Implementing (Виробництво), Operating (Використання). Інший варіант перекладу, що пропонується в україномовних джерелах – Розуміння-Проектування-Реалізація-Експлуатування (Shatokha, 2016). Офіційним місцем появи ініціативи CDIO в 2000 році є Массачусетський технологічний інститут (МТІ), що відбулося як наслідок співпраці викладачів МТІ з колегами з трьох шведських ЗВО – Технологічного університету Чалмерса, Лінкпінгського університету і Королівського технологічного інституту. Наразі підхід

CDIO реалізується більш ніж в 1000 університетах, що здійснюють підготовку майбутніх інженерів у 25 країнах світу.

Підхід CDIO спрямований на підготовку майбутніх інженерів, здатних:

1. Застосовувати базові інженерні знання в практичній діяльності.
2. Керувати процесом створення і експлуатації технічних об'єктів, процесів і систем.
3. Розуміти важливість і наслідки впливу наукового і технічного прогресу на суспільству.

Особливістю CDIO є те, що його розробка здійснювалася з наголосом на подальше практичне впровадження, внаслідок чого CDIO від початку трактувався як технологічний процес. Авторами підходу була розроблена та апробована комплексна технологія ідентифікації освітніх потреб студентів та відпрацьована послідовність навчальних заходів, спрямованих на задоволення цих потреб. Установлені освітні потреби та навчальні заходи використовуються для розробки навчального плану, так званого, CDIO Syllabus та стандартів CDIO (Crawley, 2001.; Crawley, 2002).

Принципи CDIO-підходу ґрунтуються на наступних засадах (Crawley, 2002):

1. Для вирішення основної задачі необхідно акцентувати увагу на формування базових знань, розглядаючи процес планування, проектування, виготовлення і використання об'єктів як контекст інженерної освіти.

2. Результати навчання студентів мають бути сформульовані при безпосередньому залученні зацікавлених сторін та досягатися шляхом послідовної реалізації комплексу навчальних заходів, що мають практично орієнтований характер (мають потенціал для занурення студентів в ситуації, з якими стикаються інженери в практичній діяльності).

3. При коректному підході до розробки комплексу навчальних заходів, вони будуть здійснювати подвійний вплив на студентів, формуючи в студентів необхідні особистісні та міжособистісні компетентності, а також навички створення об'єктів, процесів і систем, одночасно стимулюючи засвоєння технічних знань.

Підхід CDIO є наслідком спроб поєднати досвід успішних практик інженерної освіти, зокрема в частині впровадження інноваційних студентоцентризованих педагогічних технологій (Edstrom & Kolmos, 2014, с. 539-535). Автори CDIO-підходу наголошують на включенні до навчальних планів практичних занять з розробки та застосуванню об'єктів і систем в освітньому середовищі, що є основою практико-орієнтованої інженерної освіти. Окрім практичних занять з розробки і застосуванню об'єктів і систем, активне та практико-орієнтоване навчання має бути складовою лекційних курсів. Важливим аспектом концепції CDIO є її орієнтованість на використання компетентнісного підходу, що відповідає сучасним тенденціям вітчизняного та світового освітнього простору. Наразі, компетентнісний підхід визначено як один з основних інструментів реалізації завдань Болонського процесу. Компетентність розглядається як динамічна комбінація знань, вмінь і практичних навичок, способів мислення, професійних, світоглядних і громадянських якостей, морально-етичних цінностей, яка визначає здатність особи успішно здійснювати професійну та подальшу навчальну діяльність і є результатом навчання на певному рівні вищої освіти. З використанням компетентностей описуються програмні результати навчання – уміння, навички, способи мислення, погляди, цінності, інші особисті якості, які можна ідентифікувати, спланувати, оцінити і виміряти та які особа здатна продемонструвати після завершення освітньої програми.

Метою компетентнісного підходу незалежно від спеціалізації студентів є створення умов, що допоможуть студентам успішно оволодіти комплексом компетентностей, причому такі умови відповідають контексту професійної діяльності та відображають суспільні реалії. У навчальному плані CDIO виділяють чотири групи програмних результатів навчання (рис. 1):

4. CDIO (Планування, проектування, виробництво та впровадження )		
1. Дисциплінарні знання та розуміння	2. Особистісні компетентності і професійні якості	3. Міжособистісні компетентності: робота в команді і комунікація

Рис. 1. Структура компетентностей CDIO [5]

1. Дисциплінарні знання та розуміння.
2. Особистісні компетентності та професійні навички.
3. Міжособистісні компетентності: робота в команді і спілкування.
4. Планування, проектування, виробництво та впровадження систем у професійному контексті, суспільному та екологічному.

Першу групу програмних результатів навчання, розробники CDIO трактують як сукупність фахових компетентностей, а знання, навички та особистісні якості, що входять до 2-4 категорій, розглядаються як особистісні та міжособистісні. Звичайно, для інженерів, економістів чи управлінців деталізований опис компетентностей, що входять до першої групи буде відрізнятися, що потребує їх специфікації. Однак, компетентності, що входять до груп 2-4 можуть застосовуватися при розробці освітніх програм не лише інженерного спрямування.

Розглянемо опис компетентностей, що входять до визначених груп, відповідно до CDIO Syllabus (версія 2.0) на другому рівні деталізації (табл.1).

Таблиця 1.

Фрагмент CDIO Syllabus (за Crawley, 2002)

<b>Компетентності CDIO</b>	
1. Дисциплінарні знання та розуміння	1.1. Базові наукові знання 1.2. Фундаментальні інженерні знання 1.3. Поглиблені інженерні знання, методи і засоби
2. Особистісні компетентності і професійні якості	2.1. Аналітичне мислення та здатність до розв'язання задач 2.2. Експериментування, дослідження та набуття знань 2.3. Системне мислення 2.4. Універсальні компетентності і професійні якості 2.5. Професійні компетентності та особистісні якості
3. Міжособистісні компетентності: робота в команді і спілкування	3.1. Робота в команді 3.2. Спілкування 3.3. Спілкування іноземною мовою
4. Планування, проектування, виробництво і використання систем в контексті виробництва, суспільства та навколишнього середовища – інноваційний процес	4.1. Зовнішній, соціальний і екологічний контекст 4.2. Діловий контекст 4.3. Планування 4.4. Проектування 4.5. Виробництво 4.6. Використання 4.7. Керування інженерними процесами 4.8. Підприємливість

Очевидно, що в вигляді, наведеному в Табл. 1, використовувати перелік компетентностей для оцінювання рівня сформованості компетентностей неможливо. Вони мають бути деталізовані з урахуванням обраної спеціальності. У кожному окремому випадку, визначаються спочатку результати навчання студентів для різних предметів, які потім узгоджуються із стейкхолдерами (замовниками освітньої програми). Розглянемо деталізоване представлення деяких із зазначених компетентностей, які, на нашу думку, можуть бути використані при підготовці майбутніх економістів.

Ми звернулися до прикладу саме міжособистісних компетентностей, оскільки поширеним прикладом для роботи над проектами є організація команд, що включають якраз інженерів і економістів. Узгодження термінів та змістового наповнення, пов'язаних із організаційними аспектами й плануванням, дозволить оптимізувати функціонування команд. Як визначають автори концепції, принципи CDIO можуть застосовуватися для різних спеціальностей. Умовою цього є дотримання ряду принципових вимог (Crawley, 2014):

1. Освітній процес має бути контекстуалізованим.
2. Обов'язковою є наявність переліку програмних результатів навчання, представлених з використанням компетентнісного підходу.
3. Структура професійної компетентності та її наповнення мають формуватися із залученням зацікавлених сторін.
4. Інтеграція навчальних планів та педагогічних підходів має сприяти досягнень програмних результатів навчання.
5. Оцінка якості підготовки студентів та освітньої програми має ґрунтуватися на результатах навчання.

Вивчаючи дослідження зарубіжних авторів ми виявили декілька спроб адаптувати підхід CDIO до потреб економічної освіти (Vu Dung Anh & Pnung Nha Xuan, 2010; Malmquist, 2016). Спільним мотивом такої діяльності, на якому наголошують дослідники є посилення релевантності економічної освіти в контексті подальшої професійної діяльності й удосконалення якості професійної підготовки шляхом формування навичок проектування та загальних компетентностей, пов'язаних, зокрема, з управлінням проектами, роботою в міждисциплінарних колективах, спілкуванням та співпрацею. До труднощів, що виникають при цьому дослідники відносять низький рівень поінформованості викладачів та керівництва ЗВО про можливості підходу CDIO, що ускладнює процес імплементації. Подолання цього можливе шляхом організації спільних

проектів для студентів різних спеціальностей, тренінгів та стажувань для викладачів неінженерних спеціальностей.

У контексті економічної освіти пропонується перехід від визначення загальних професійних компетентностей "планування, проектування, виробництво і впровадження" та відповідних об'єктів навчальної діяльності "проблема, план, проект, модель, процедура" до концепції "планування, проектування, оцінювання та вдосконалення економічних проектів". Прикладом формулювання програмних результатів навчання на є "Освітня програма спрямована на підготовку студентів з знаннями, навичками та вміннями, які потрібні для планування, проектування, оцінювання та вдосконалення інженерних проектів в міжнародному контексті" (Nguyen & Pham, 2015).

Таблиця 2.

Деталізований опис міжособистісних компетентностей (за Crawley et al, 2002)

<b>3. Міжособистісні компетентності: робота в команді та спілкування</b>
<b>3.1. Робота в команді</b>
<p><b>3.1.1. Формування ефективної команди</b>  <i>Стадії формування команди та її життєвий цикл. Задачі і процеси командної роботи. Розподіл ролей і відповідальності в команді. Цілі, потреби та індивідуальні якості (стилі роботи, культурні відмінності) членів команди. Сильні і слабкі сторони команди і її членів. Основні правила конфіденційності, відповідальності і проявів ініціативи.</i></p>
<p><b>3.1.2. Робота в команді</b>  <i>Цілі і план роботи. Планування та сприяння ефективній організації зустрічей. Основні правила роботи в команді. Ефективне спілкування (уважне вислуховування інших, співробітництво, надання та отримання інформації). Позитивний та ефективний зворотний зв'язок. Пошук вирішення проблем (креативність і прийняття командних рішень). Залагодження конфліктів, ведення перемовин, знаходження компромісів. Делегування повноважень членам команди.</i></p>
<p><b>3.1.3. Ріст та розвиток команди</b>  <i>Стратегії рефлексії, оцінки і самооцінки. Навики управління і розвитку команди. Здатність до особистісного зростання в команді. Стратегії комунікації і звітності команди.</i></p>
<p><b>3.1.4. Управління командою</b>  <i>Цілі і задачі команди. Управління процесами роботи команди. Види лідерства і сприяння (спрямування, фасилітація, підтримка, делегування). Методи мотивації (заохочення, приклади, визнання і т.д.). Представлення команди. Наставництво і консультування.</i></p>
<p><b>3.1.5. Технічні і міждисциплінарні команди</b>  <i>Робота в різних типах команд. Міждисциплінарні команди (уключаючи представників нетехнічних дисциплін). Великі/малі команди. Відстані, розподіл та електронне середовище. Технічна взаємодія з членами команд. Робота з представниками нетехнічних дисциплін.</i></p>

**Висновки.** У статті показано, що підхід CDIO має значний потенціал для впровадження в системі професійної підготовки майбутніх економістів та управлінців для розробки освітніх програм. Термінологія та загальні принципи підходу CDIO не суперечать вимогам компетентнісного підходу й можуть використовуватися для опису й деталізації програмних результатів навчання. Завданням розробників освітніх програм є ідентифікація професійного контексту підготовки, що відповідає обраній спеціалізації.

#### Список використаних джерел

- Paris Communiqué. Paris, may 25th 2018. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8/2018/06/06/12/paris-communicationua2018.pdf>.
- Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG). Київ: CS Ltd., 2015.
- Shatokha V. European experience of higher engineering training for sustainable development. Dnipro: "Driant", 2016.
- Crawley E. F. The CDIO Syllabus: A Statment of Goal for Undergraduate Engineering Edycation. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 2001.
- Crawley E. F. Creating the CDIO Syllabus. A Universal Template for Engineering Education. Paper presented at the 32nd ASEE/IEEEFrontiers in Education Conference. November 6-9, 2002, Boston, MA. Vol. 2. P. 8-12.
- Crawley E. F. et al. Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach. 2nd ed. Verlag: Springer, 2014.
- Edstrom K., Kolmos A. PBL and CDIO: complementary models for engineering education development. European Journal of Engineering Education. 2014. Vol. 39, № 5. P. 539-555.
- Vu Dung Anh and Phung Nha Xuan. Adapting the CDIO Approach in Developing Learning Outcomes for Economics and Business Disciplines in Vietnam: A Case-Study of University of Economics and Business at Vietnam National

University, Hanoi. Proceedings of the 6th International CDIO Conference, June 15-18 2010. Montreal, Canada. P. 15-26.

Malmquist Johan et al. Application of CDIO in Non-Engineering Programmes – Motives, Implementation and Experiences. Proceedings of 12th International CDIO Conference, June 12-16, 2016. Turku, Finland.

Nguyen N. V., Pham Y. N., Truong H. K. CDIO Adaptation to International Business Program at University of Economics and Law-VNU-HCM. CDIO Implementation Project Report. Ho Chi Minh City: Vietnam National University, 2015.

**DUTKA G.**

Lviv Institute of Economics and Tourism, Ukraine

**LUTSENKO G.**

Glukhiv National Pedagogical University named after Alexander Dovzhenko, Ukraine

**IMPLEMENTATION OF THE CDIO APPROACH TO ENGINEERING EDUCATION IN THE SYSTEM OF TRAINING FUTURE ECONOMISTS AND MANAGERS**

Conceptual frameworks and principles of CDIO approach in the context of modernization of engineering education are considered. The correspondence between CDIO approaches to the description of learning outcomes and competency-based approach is analyzed. The direction of the implementation of CDIO approach for other specialties is specified. The possibilities of design of interdisciplinary educational programmes are considered. Approaches of the using of CDIO in economics and management education are considered.

By studying the research of foreign authors, we have found several attempts to adapt the CDIO approach to the needs of economic education. The common motive for such activities, which researchers emphasize, is to enhance the relevance of economic education in the context of further professional activities and to improve the quality of vocational training through the development of design skills and general competencies related, inter alia, to project management, work in multidisciplinary teams, communication and collaboration. The difficulties encountered by the researchers include the low level of knowledge of teachers and the management of OHS about the possibilities of the CDIO approach, which complicates the implementation process. Overcoming this is possible through the organization of joint projects for students of different specialties, trainings and internships for teachers of non-engineering specialties.

**Key-words:** *professional education, future economists, engineering education, CDIO approach.*

Стаття надійшла до редакції 24.03.2018 р.