

## Проблемно та проектно орієнтоване навчання у контексті потреб Української Інженерної Освіти

Г. В. Луценко

Інститут інформаційних та освітніх технологій, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького,  
Черкаси, Україна

\*Corresponding author. E-mail: LutsenkoG@gmail.com

Paper received 26.01.18; Revised 29.01.18; Accepted for publication 01.02.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-PP2018-154VI64-09>

**Анотація.** Проблемно та проектно орієнтоване навчання є визнаними на світовому рівні студенто орієнтованими навчальними підходами, що широко використовуються при підготовці студентів інженерних спеціальностей. Необхідність вдосконалення сучасної системи інженерної освіти щодо розвитку широкого спектру компетентностей студентів та, відповідно, можливості їх успішного працевлаштування є фактором, що впливає на системне впровадження проблемної та проектної освіти як важливого компонента освітніх програм.

**Ключові слова:** інженерна освіта, проблемно орієнтоване навчання, проектно орієнтоване навчання.

Роботу виконано за підтримки МОН України (держ. реєстрац. номер 0117U003909).

**Вступ.** Система вищої інженерно-технічної освіти України має потужне історичне коріння. Процес її становлення нерозривно пов'язаний зі становленням й розвитком системи вищої освіти України в цілому. Принципового значення нині набувають теоретико-методологічні аспекти підготовки майбутніх інженерів, успішна професійна діяльність яких є важливою складовою розвитку економічної потужності країни. Враховуючи вимоги постіндустріального світу, інженерна освіта повинна з одного боку залишати простір для неперервного професійного розвитку, а з іншого – бути пов'язаною з існуючим станом теоретичних знань, технологій та прикладних можливостей. Таким чином, на передній план виходить завдання усвідомлення сутності сучасної парадигми інженерної освіти та формування готовності діяти в її рамках і на її вдосконалення.

**Метою публікації** є вивчення ключових тенденцій, якими характеризується сучасна вища інженерна освіта в Україні, зокрема в частині вимог до випускників інженерно-технічних спеціальностей та ідентифікація випробувань та переваг, пов'язаних з впровадженням проблемно та проектно орієнтованого навчання як повноцінної складової освітніх програм.

**Аналіз джерел та публікацій.** Національна інженерна академія [1] характеризує інженерію як творчий процес, виникнення якого пов'язане з наявними потребами чи можливостями, та такий, що виходить за рамки простого прикладного застосування чистого наукового знання. Протягом тривалого часу інженерна освіта функціонувала відповідно до потреб та змін, яких зазнавали виробництво чи суспільство в цілому. Наприклад, додавання нових предметів до навчальних планів чи започаткування нових освітніх програм відбувалося за результатами певних технологічних досягнень (інформаційні технології, біоінженерія тощо). Однак, розвиток технологічних інновацій пов'язаний зі збільшенням потреби в природних ресурсах, що збільшує тиск на навколишнє середовище. При цьому, з боку суспільства все частіше декларується необхідність зменшення негативних впливів технологічної природи на світ та людство. Таким чином, традиційні навчальні парадигми мають бути модернізовані для того, щоб забезпечити підготовку висококваліфікованих інженерів, здатних розвивати та інтегрувати інноваційні технології сталого розвитку в життя людства [2].

Акредитаційні комісії та професійні асоціації вправують вказані аспекти при розробці критеріїв інженерної підготовки. Саме за результатами їх діяльності останні десятиліття ознаменувалися появою значної кількості переліків очікуваних "атрибутив" сучасного інженера. Різноманіття існуючих матеріалів та способів формулювань робить фактично неможливою побудову універсального профілю чи стандарту підготовки випускників інженерних спеціальностей на світовому чи європейському рівні (якщо брати до уваги економічні, культурні та політичні особливості, що визначають контекст інженерної діяльності в різних країнах). Однак, можна виділити певні концептуальні тренди притаманні сучасним підходам у сфері інженерної освіти, серед яких [3]:

- зростання потреби в загальних (*transferable* чи *soft*) навичках та компетентностях;
- стійка прикладна спрямованість підготовки;
- інтегрованість підходів та системність організації інженерного проектування та урахування таких контекстуальних вимірів, як економіка, навколишнє середовище, етика та соціальні умови;
- спрямованість на явні (чіткі й зрозумілі) та диференційовані результати навчання.

Існує потреба в збільшенні частки "реальної інженерії" в системі освіти та створення максимально орієнтованого на студентів навчального середовища, що буде підтримувати та розвивати співпрацю студентів, критичне мислення, відповідальність та професійну етику, навички вирішення проблем поряд з глибоким володінням матеріалом дисциплін STEM-циклу [4]. Інноваційна парадигма для інженерної освіти має [5]: (i) оперативно реагувати на неймовірні темпи інтелектуальних змін (від спрощення до складності, від аналізу до синтезу, від монодисциплінарності до міждисциплінарності); (ii) розробляти та впроваджувати нові технології (наприклад, від мікроскопічного рівня для інформаційних, біологічних, наносистем до макроскопічного рівня для глобальних систем); (iii) застосовувати холістичний підхід до вирішення соціальних потреб з урахуванням реальних пріоритетів; (iv) відображати в своєму різноманітті, якісних показниках та строгих критеріях, характеристики необхідні для людства в XXI ст.

Поряд з тим, ряд авторів відзначають, що нинішня система вищої інженерної освіти загалом зберігає орієнтацію на накопичення теоретичних знань та

формування навичок вирішення проблем за алгоритмом "спостеріжай та дій", що не може належною мірою задовольняти вимогам, які постають перед економікою та суспільством [6], [7]. На початку ХХІ століття було опубліковано ряд наукових досліджень окремих авторів та звітів інженерних спілтовариств, які підтверджують потребу в інноваційних підходах до навчання та викладання в системі інженерної освіти [8-11]. Необхідністю є формування не лише високого рівня професійних якостей, але й широкого спектру загальних компетентностей, які допоможуть випускникам інженерних спеціальностей успішно реалізуватися в сучасному складному та інноваційному суспільстві [1].

Перший досвід провадження проблемно та проектно орієнтованого навчання (ПОН) як інноваційного на той час підходу датується кінцем 60-х років ХХ ст. Відтоді, ПОН проявило себе як успішна освітня стратегія, що використовується в різних предметних областях по всьому світу [12]. В англійській мові джерелах для позначення понять "проблемно орієнтоване навчання – problem-based learning" та "проектно орієнтоване навчання – project-based learning" використовується однакова абревіатура – PBL. Як наголошується в [13], засади на яких ґрунтуються обидва підходи, є спорідненими, адже процес навчання організовується навколо проблеми, що виноситься на вирішення студентів та стимулює їх до пошуку оптимальних стратегій вирішення, а проектна діяльність обирається як спосіб організації роботи. У [14] зазначається, що ПОН характеризується гнучкістю та різноманітністю і може впроваджуватися на базі різних дисциплін, освітніх програм підготовки та навчальних закладів. Неперервне обговорення різних аспектів ПОН допомагає підтримувати даний підхід в активному стані, не перетворюючи його в формальну концепцію; чутливо реагувати на зміни глобальних освітніх тенденцій; залучати нові навчальні заклади, враховуючи регіональні особливості різних освітніх систем. У [15], [16] на основі аналізу ряду праць узагальнено основні принципи ПОН, які охоплюють аспекти пізнання (cognitive learning), змістового наповнення (contents) та пов'язані з організацією співпраці (social). Когнітивні аспекти ґрунтуються на визнанні проблеми відповідною точкою навчального процесу. Змістове наповнення навчальних програм вибудовується з урахуванням міждисциплінарних зв'язків та зв'язків між фундаментальними та прикладними аспектами. Аспект співпраці проявляється в такій організації навчального процесу, при якій особливу роль відіграють горизонтальні зв'язки між студентами. Описані в [16] та узагальнені в [17] аспекти діють як "контрольні точки" при проектуванні освітніх програм.

**Виклад основного матеріалу.** Контингент студентів, які обирають інженерні, будівничі та виробничі спеціальності, відповідно до даних наведених у "Національній доповіді про стан і перспективи розвитку освіти в Україні у 2016 році", складав 22% від усіх вступників у 2013-2014 навчальному році [18]. Незважаючи на поступове скорочення загального контингенту студентів, розподіл у контексті галузевої спеціалізації залишається відносно сталим протягом останніх років [19]. Зазначимо, що за даними Європейської комісії у 2015 році серед вступників європейських країн інженерні, виробничі та будівельні

спеціальності обрало 13,9% і ще 10,3% – природничі науки, математику та статистику й інформаційно-комунікаційні технології [20].

Відповідно до матеріалів соціологічного дослідження "Досвід працевлаштування випускників вищих навчальних закладів: погляд випускників та роботодавців", яке було проведене в 2013 році Київським міжнародним інститутом соціології, фахівці з інформаційних технологій та інженерно-технічних спеціальностей є серед найбільш затребуваних в Україні [21]. Випускники вказаних спеціальностей є також серед тих, хто найшвидше знаходять місце працевлаштування. Так через два тижні після завершення навчання роботу мали 45% випускників інженерно-технічних спеціальностей та 44% випускників спеціальностей пов'язаних з інформаційними технологіями. Зазначимо, що 17-25% респондентів почали працювати ще до випуску. За матеріалами даного дослідження близько 55% випускників інженерно-технічних спеціальностей влаштовуються на роботу за фахом. До інших сфер, що теж виступають як можливий ринок праці, відносяться менеджери середньої та вищої ланки, аналітики, викладачі. При цьому, в Україні існує серйозний дефіцит випускників інженерно-технічних спеціальностей, на що вказали 44% роботодавців. Щодо ІТ-сфери, розвиток якої є одним з пріоритетів економіки України, то існуючий дефіцит кваліфікованих кадрів становить щонайменше 25 тис. осіб, а за умови збереження позитивної для України кон'юнктури ринку буде лише зростати [22].

Основою модернізаційних та євроінтеграційних процесів в системі вищої освіти є рекомендації та вимоги Болонського процесу та задекларованої в 2010 році стратегії "Європа 2020", яка концентрується на ключових сферах: знання та інновації, стала економіка, вища зайнятість та соціальне залучення. У [18] визначено наступні позиції за якими відбувається реформування вищої освіти України після прийняття оновленого Закону України "Про вищу освіту" від 01.07.2014 року:

1. Унормування сучасної організації вищої освіти.
2. Визнання університетської автономії та академічної свободи як фундаментальних засад розвитку.
3. Створення національної системи забезпечення якості вищої освіти, відповідно до стандартів та рекомендацій щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти.
4. Визнання компетентнісного підходу як ключового елемента створення нових стандартів вищої освіти та освітніх програм з їх реалізації в освітній діяльності.

У [18] визначено також втрати української системи вищої освіти за останні роки. До аспектів, які є максимально важливими в контексті інженерної підготовки слід віднести модернізацію системи освіти без належного моніторингу якості попереднього стану, що гальмує розвиток економіки освіти, інноваційних рухів до нової якості тощо та старіння матеріально-технічної бази.

Повертаючись до питань реформування системи вищої освіти, серед позитивних аспектів відзначимо зростання автономії ВНЗ. Серед іншого це означає, що розробка освітніх програм, а саме, формулювання програмних результатів навчання та визначення переліків навчальних дисциплін і їх наповнення, а також

забезпечення якості підготовки є завданням саме ВНЗ.

У більшості країн світу для освітніх програм підготовки інженерів діють загальноєвропейські стандарти та рекомендації, що дозволяють унормувати акредитаційні та сертифікаційні вимоги. У той же час, потрібно наголосити, що приєднання України до Європейської мережі з акредитації інженерної освіти (ENAE – European Network for Accreditation of Engineering Education), створеної в 2006 року відповідно до потреб Болонського процесу, відбулося лише в листопаді 2016 року. Організацією, що отримала членство став Центр незалежної акредитації інженерних програм, заснований Асоціацією ректорів вищих технічних навчальних закладів України в 2015 році. На жаль, на даний час, розробка акредитаційних вимог для освітніх програм підготовки інженерів та подальшої сертифікації випускників з урахуванням одночасно провідного світового досвіду та українських економічних та соціальних реалій лише розпочалася. Лише 34% вітчизняних компаній підтримують зв'язки з навчальними закладами. Щоправда, для великих компаній цей відсоток є істотно вищим – 62%, у той час як для середніх за розміром підприємств він становить лише 31%. Серед причин такого стану представники компаній називали недостатню відкритість ВНЗ, високий рівень бюрократичних процедур прийняття рішень. Як результат, компаніям зручніше утворювати спеціальні тренінгові центри на власних чи незалежних платформах, залучаючи до проведення занять власних працівників, а не викладачів ВНЗ [21]. У цей же час українські реалії все більше відповідають сучасним тенденціям європейського ринку праці [23], а саме:

1. Зменшується кількість місць праці, які можна займати впродовж життя. Зростає відсоток тимчасових посад, серед яких, робота за проектом визначеної наперед тривалості.

2. Знижується міра захищеності місця праці. Така ситуація призводить до пошуку роботи поза основною кваліфікацією.

3. Зростає кількість випадків, коли працівник займає одночасно декілька місць праці.

4. Швидке старіння наявних у працівника умінь та навичок внаслідок постійних змін.

Спільним для опитаних роботодавців та випускників є визнання того, що серед найважливіших характеристик при прийомі на роботу є знання, навички та вміння випускників (78% випускників та 73% роботодавців), а також особистісні якості випускника (69% роботодавців та 68% випускників) [24]. До значимих особистісних якостей, яких бракує нинішнім випускникам, роботодавці відносять: практичні професійні навички (61%), уміння вирішувати проблемні ситуації (38%), навички роботи з клієнтами (26%). Від 25% до 22% відповідей припадають на такі значущі особистісні якості як знання іноземних мов, навички усного та письмового спілкування, менеджерські та аналітичні навички. Для всіх респондентів значною проблемою виявився пошук кандидатів, що володіли б спеціальними знаннями більш ніж в одній сфері (наприклад, інформаційні технології та фінанси, інженерія та управління тощо), що вказує на актуальність впровадження додаткових спеціалізацій для випускників інженерних спеціальностей та впровадження міждисциплінарних підходів у якості обов'язкових компонентів підготовки. Також, для інженерних спеціальностей проблематичним є підбір кандидатів, що на належному рівні володіють іноземною мовою [21].

Наведені результати опитування відповідають світовим тенденціям, відповідно до яких у 2004 році було сформовано перелік якостей, яких бракує випускникам інженерних спеціальностей (Табл. 1) [25].

Табл. 1. Навички значимі для успішного працевлаштування

Навички важливі для працевлаштування	Навички, брак яких є відчутним
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Здатність ефективно працювати в команді</li> <li>• Аналіз інформації</li> <li>• Здатність знаходити інформацію</li> <li>• Здатність навчатися самостійно</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Бізнес-навички та навички управління</li> <li>• Навички проектної діяльності</li> <li>• Навички ефективного спілкування</li> <li>• Знання принципів сучасної економіки та ринку</li> <li>• Дотримання принципів професійної етики</li> </ul>

Звернемо увагу на світові дослідження з впровадження ПОН. Ряд праць [26-29] підтверджує позитивний вплив на такі якості студентів як здатність до самонавчання та вміння планувати власну діяльність. У [30] представлено матеріали опитування роботодавців, спрямовані на виявлення особливостей підготовки випускників Ольборгського університету, де ПОН використовується практично від застосування в середині 1970-х років, та Технічного університету Данії. За оцінками роботодавців рівень сформованості інженерних та технічних знань й навичок є в середньому однаковим для випускників обох навчальних закладів. Однак, такі якості як вміння організувати проектну діяльність та виконувати управлінські функції, інноваційність та розвинуте творче мислення, знання в сфері економіки та ринку, професійної сфери, комунікативні якості випускників Ольборгського університету оцінюються набагато вище.

Аналізуючи матеріали наведені вище, ми виділили наступні чинники для впровадження ПОН:

1. Необхідність впроваджувати передовий світовий

досвід в освітній сфері, що пов'язано з євроінтеграційними прагненнями України, зростанням академічної мобільності, відкритістю світового ринку праці для випускників українських ВНЗ.

2. Необхідність долати розрив між вимогами роботодавців і потребами студентів та традиційними освітніми парадигмами, які є малоефективними в контексті формування загальних компетентностей.

До викликів, що при цьому неминуче виникають слід віднести необхідність системного впровадження ПОН за підтримки та безпосередньої участі адміністрації навчальних закладів та викладачів ВНЗ. При цьому, необхідним є проведення тренінгів, конференцій, підготовка сучасної навчально-методичної літератури та інших матеріалів для викладачів та керівників ВНЗ. Окремо слід наголосити на прямій залежності між ефективністю впроваджуваних інноваційних підходів та мотивацією викладачів.

**Висновки.** Виходячи з позитивного досвіду застосування ПОН при підготовці майбутніх інженерів, зокрема, в контексті формування широкого спектру

загальних компетентностей та враховуючи сучасні вимоги до інженерної освіти, можна зробити висновки про перспективність впровадження ПОН у якості

повноцінної складової освітніх програм підготовки українських інженерів.

#### REFERENCES

1. National Academy of Engineering, "The Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century", National Academy of Engineering, Washington, DC, 2004.
2. J. Coral, Engineering Education for a Sustainable Future. PhD Dissertation, Barcelona: Universitat Politecnica de Catalunya, 2009, p. 402.
3. F. Maffioli and G. Augusti, "Tuning engineering education into the European higher education orchestra", *European Journal of Engineering Education*, vol. 28, no. 3, pp. 251-273, 2003.
4. OECD, "A Tuning-AHELO Conceptual Framework of Expected Desired/Learning Outcomes in Engineering", OECD Education Working Papers, No. 60, OECD Publishing, 2011.
5. S. D. Sheppard and W. Sullivan, Educating engineers: Theory, practice, and imagination, Palo-Alto: Jb-Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, 2008.
6. R. Felder, D. Woods, J. Stice and A. Rugarcia, "The future of engineering education. II. Teaching methods that work", *Chemical Engineering Education*, vol. 34, no. 1, pp. 26-39, 2000.
7. S. Sheppard, A. Colby, K. Macatangay and W. Sullivan, "What is Engineering Practice?", *International Journal of Engineering Education*, vol. 22, no. 3, pp. 429-428, 2006.
8. ABET, "The Vision for Change: A Summary Report of the ABET/NSF/Industry Workshops", ABET, Baltimore, MD, 1995.
9. Institution of Engineers Australia, "Changing the Culture: Engineering Education into the Future", IEAust, Canberra, 1996.
10. G. Clough, "The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century", National Press, Washington, DC, 2004.
11. R. King, "Engineers for the Future: addressing the supply and quality of Australian engineering graduates for the 21st century", Australian Council of Engineering Deans, 2008.
12. W. H. Gijsselaers, "Connecting problem-based practices with educational theory", *New directions for teaching and learning*, vol. 68, pp. 13-21, 1996.
13. A. Kolmos, "Reflection on Project Work and Problem-Based Learning", *European Journal of Engineering Education*, vol. 21, no. 2, pp. 141-148, 1996.
14. M. Savin-Baden, Problem-Based Learning In Higher Education: Untold Stories: Untold Stories., McGraw-Hill Education (UK), 2000.
15. E. De Graaf and A. Kolmos, "Characteristics of problem-based learning", *International Journal of Engineering Education*, vol. 19, no. 5, pp. 657-662, 2003.
16. A. Kolmos, E. de Graaff та X. Du, "Diversity of PBL – PBL learning principles", *Research on PBL Practice in Engineering Education*, X. Du, E. de Graaff and A. Kolmos, Ред., Rotterdam, Sense, 2009, pp. 9-21.
17. K. Edstrom and A. Kolmos, "PBL and CDIO: complementary models for engineering education development", *European Journal of Engineering Education*, vol. 39, no. 5, pp. 539-555, 2014.
18. V.G. Kremin, Ed, National report on the state and prospects of the development of education in Ukraine, Kyiv: Pedagogichna dymka, 2016.
19. T. Finikov and O. Sharov, Eds., "Monitoring the integration of Ukrainian higher education system into the European higher education and research area": analytical report, Kyiv: Takson, 2014, p. 144.
20. EC, "Tertiary education statistics," 2017. [Online]. Available: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Tertiary\\_education\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Tertiary_education_statistics).
21. SKM, "The experience of employment of graduates: the point of view of graduates and employers", 2013.
22. S. L. Gnatyuk, "Prior direction of the training of the specialists in information technologies in Ukraine", *Strategic priorities*, т. 4, № 33, pp. 119-124, 2014.
23. Yu.M. Rashkevych, "Student - University – Labour market: straight line or triangle?". 2009. [Online]. Available: <https://www.tempus.org.ua/uk/national-team-here/241-student-universitet-rinok-praci-prama-chi-trikutnik.html>.
24. CKM, "Graduates of Ukrainian HEIs: point of view of employers", 2012.
25. World Chemical Engineering Council, 2004, How Does Chemical Engineering Education Meet the Requirements of Employment? Available at <http://www.chemengworld.org/>, a
26. F. Dochy, M. Sefers, P. Vab deb Bosseche and D. Gijbels, "Effects of problem-based learning: a meta-analysis", *Learning and Instructions*, vol. 13, pp. 533-568, 2003.
27. R. Stewart, "Investigation the link between self directed learning readiness and project-based learning outcomes: the case of international Masters students in an engineering management course", *European Journal of Engineering Education*, vol. 32, no. 4, pp. 453-465, 2007.
28. A. Walker and H. Leary, "A Problem Based Learning Meta Analysis: Differences Across Problem Types, Implementation Types, Disciplines, and Assessment Levels", *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, vol. 3, no. 1, pp. 6-28, 2009.
29. H. Leary, Self-directed learning in problem-based learning versus traditional lecture-based learning: A meta-analysis, Utah: Utah State University., 2012.
30. E. Moesby, "Curriculum development for project oriented and problem based learning (POPBL) with emphasis on personal skills and abilities", *Global journal of engineering education*, vol. 9, pp. 121-128, 2005.

#### Problem And Project-Based Learning In The Context Of Ukrainian Engineering Education

G. V. Lutsenko

**Abstract.** Problem and project-based learning is student-centered approaches, which are recognized across the world and widely used in engineering education. The necessity to improve the state-of art system of engineering education concerning the development of wide range of students' soft competences and respectively their employability skills is the factor of system implementation of problem and project based learning in Ukrainian system of higher engineering education as significant component of educational programmes.

**Keywords:** engineering education, problem-based learning, project-based learning.