УДК 378.14
DOI: https://doi.org/10.33216/2220-6310-2020-96-3-224-233

РОЗВИТОК КУЛЬТУРИ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ В США

А. Є. Скирда

ORCID 0000-0001-8254-7592

Стаття окреслює розвиток культури інженерної освіти кінця XX та початку XXI сторіччя. Політики, роботодавці, дослідники та освітяни приділяють значну увагу системі інженерної освіти США та підготовці спеціалістів з інженерними навичками, оскільки саме інженерна освіта відповідає за розвиток та підтримку технічної інфраструктури нації та потенціал для інновацій. Основними сучасними рушіями реформи інженерної освіти стають консультативні ради інженерних коледжів та кафедр, а також інженерні професійні товариства. Більшість інженерних коледжів та інженерних факультетів мають виробничі консультативні ради, що складаються з випускників і представників компаній, які беруть на роботу значну кількість випускників освітнього закладу. Давню історію підтримки реформ освіти в США мають приватні фонди. Окрім консультативних рад, дуже впливовими на розвиток освітніх програм вважаються публікації та конференції професійних товариств, зокрема щорічна конференція Американського товариства інженерної освіти. Інноваційні інженерні програми створюються з метою розвивати ефективні зв'язки між інженерною освітою та початковою і середньою освітою, просувати програми подвійних дипломів, підтримувати регулярну, добре сплановану взаємодію з промисловістю, поширення отриманих даних, стимулювати винагороду викладачів, які розвиваються або впроваджують успішні інновації в викладанні та навчанні, а також скоротити час і вартість, необхідні для отримання ступеня в інженерній освіті. Національний альянс колективних винахідників та інноваторів був заснований з метою заохочувати винаходи, інновації та підприємництво серед студентів університетів по всій країні, що є способом створення нових підприємств та можливостей працевлаштування.

Ключові слова: *інженерна освіта, інженерні навички, інженерні професійні товариства, інноваційні інженерні програми, інженерні коледжі, інженерні факультети, можливості працевлаштування.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Здатність Сполучених Штатів підтримувати інновації обумовлює потребу у спеціалістах, які мають високу кваліфікацію в галузі науки та техніці. Ці професіонали мають працювати в уряді, промисловості та науці. Інженери відіграють особливо важливу роль як розробники технологічних систем і процесів. За останнє десятиліття політики, роботодавці, дослідники та освітяни приділяють значну увагу системі інженерної освіти США та підготовці спеціалістів з інженерними навичками, оскільки саме інженерна освіта відповідає за розвиток та підтримку технічної інфраструктури нації та потенціал для інновацій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор. Життєздатність інноваційної економіки США залежить від наявності високопідготовлених технічних спеціалістів. Ключовою складовою цієї категорії є інженери, техніки та технологи. Багато досліджень було зроблено стосовно ролі інженерів у розвитку економіки країни та її досягнень на світовому ринку, а також щодо їхньої академічної підготовки та цінності для нації. Такі науковці, як Т. Рейнолдс, М. Боррего, Р. Шавелсон, Л. Тоун, Б. Джесик, К. Беддоуз (T. Reynolds, M. Borrego, R. Shavelson, L. Towne, B. Jesiek, K. Beddoes) вивчають наскільки система інженерної освіти США відповідає задоволенню потреб сучасного світу, в якому необхідні компетенції виходять за рамки чистих технічних навичок та містять у собі творчість, лідерство, гнучкість і комунікативні навички.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Останнім часом інженерна освіта в США зазнала глибокої трансформації. На інженерну освіту почали звертати особливу увагу після Другої світової війни, а значні зміни у ній зумовлюються «холодною війною» і великими федеральними інвестиціями в університетські дослідження. Починаючи з 1980-х років, світова конкуренція разом зі швидким розповсюдженням інформаційних технологій стають головними рушіями у сфері працевлаштування інженерів, що зосереджує увагу на необхідності появи нових форм інженерної освіти, яка забезпечить випускників розвинутими навичками спілкування, командної роботи та інтегрованими знаннями техніки й економіки.

Нові вимоги до інженерної освіти зумовлені сучасними вимогами роботодавців до випускників, які повинні мати не тільки високу технічну підготовку, але й низку інших навичок. Слабкі місця випускників, які виявляють роботодавці, представлені наступним:технічна зарозумілість,· відсутність розуміння виробничих процесів,відсутність здібностей до

проєктування чи креативності, слабкі навички спілкування та відсутність досвіду роботи в командах.

Постановка завдання. Ціллю статті є дослідити історію розвитку культури інженерної освіти кінця XX та початку XXI сторіччя.

Виклад основного матеріалу дослідження. Реформаторський рух в інженерній освіті США починається у 1970-х роках завдяки таким далекоглядним педагогам та практикам, як Р. Кунц, П. Торда, В. Гроган, Л. Шачтерль та Ф. Луц (R. Kuntz, P. Torda, W. Grogan, L. Schachterle, F. Lutz) і набирає обертів у 1980-х та 1990-х роках через дослідження таких організацій, як Національна науково-дослідна рада (National Research Council), Національна академія інженерії (National Academy of Engineering), Американське товариство інженерної освіти (American Society for Engineering Education) і Національний науковий фонд (National Science Foundation). Основним результатом їх досліджень стало значне збільшення інвестицій Національного наукового фонду в інженерну освіту.

Основними сучасними рушіями реформи інженерної освіти стають консультативні ради інженерних коледжів та кафедр, а також інженерні професійні товариства, особливо Американське товариство інженерної освіти (American Society for Engineering Education) і Товариство освіти Інституту інженерів електротехніки й електроніки (Education Society of the Institute of Electrical and Electronics Engineers), приватні фонди, наприклад, Фонд Ф. В. Оліна (the F. W. Olin Foundation), Фонд Лемелсона (the Lemelson Foundation), Національний науковий фонд (National Science Foundation) і Рада з акредитації інжинірингу та технології (the Accreditation Board for Engineering and Technology).

Традиційно більшість інженерних коледжів та інженерних факультетів мають виробничі консультативні ради, що складаються з випускників і представників компаній, які беруть на роботу значну кількість випускників освітнього закладу. Спочатку багато таких рад функціонували насамперед для допомоги у залученні приватних коштів і лише пасивно щодо навчальних програм. Однак такі ради зараз стають все більш активними у пропаганді освітніх програм. Вони не тільки продуктивно консультують, але й наполягають на тому, що якщо необхідні навчальні реформи не будуть прийняті, то вони будуть брати на роботу випускників інших вищих технічних закладів, які більш відповідально реагують на їхні поради.

Окрім консультативних рад, дуже впливовими на розвиток освітніх програм вважаються публікації та конференції професійних товариства, зокрема щорічної конференції Американського товариства інженерної освіти (*ASEE Annual Conference)* та щорічної конференції «Кордони у

галузі освіти» (*Frontiers in Education Conference)*, яку спільно спонсорують Американське товариство інженерної освіти та товариство Інституту інженерів електротехніки та електроніки. Ці конференції допомагають педагогам технічних навчальних закладів підтримувати обізнаність про тенденції в інженерній освіті й ефективні методи навчання. Конференції часто охоплюють поглиблені семінари для спільних освітніх проєктів з промисловістю. Журнал «Інженерна освіта» (The *Journal of Engineering Education)* був створений Американським товариством інженерної освіти для того, щоб надати можливість інженерним факультетам можливість публікувати наукові документи, які стосуються освітніх досліджень. Низка інженерних шкіл визнають ці документи значними науковими розробками.

У листопаді 1997 р. Рада з навчальної діяльності (Educational Activities Board) та Американська Рада з питань діяльності Інституту електротехніки й електроніки (the U.S. Activities Board of the Institute of Electrical and Electronics Engineers) виступили зі спільним закликом до активної ролі товариства Інституту інженерів електротехніки й електроніки в інженерній освіті.

Давню історію підтримки реформ освіти в США мають приватні фонди. Важливі останні ініціативи стосуються і нового інженерного коледжу, створеного Фондом Ф. В. Оліна (the F. W. Olin Foundation) і Національного альянсу колективних винахідників та інноваторів (the National Collegiate Inventors and Innovators Alliance), створений Фондом Лемелсона (the Lemelson Foundation). Новий коледж, відомий як Олінський коледж (Olin College) і коледж Бабсона (Babson College), незалежний коледж бізнес-адміністрації добре відомі своєю програмою підприємництва. Олін Коледж (Olin College) намагається розробити навчальну програму, побудовану навколо активного проєктно-орієнтованого навчання, тісної взаємодії з промисловістю, інтенсивного використання інформаційних технологій та відданих викладачів.

Національний альянс колективних винахідників та інноваторів (NCIIA) був заснований Фондом Лемелсона (the Lemelson Foundation) з метою заохочувати винаходи, інновації та підприємництво серед студентів університетів по всій країні, що є способом створення нових підприємств та можливостей працевлаштування у США. Національний альянс колективних винахідників та інноваторів сприяє цій цілі за рахунок грантів і ресурсів для розробки навчальних програм і прямої підтримки міждисциплінарної студентської «Е-команди», яка працює з викладачами факультету з метою розробки та комерціалізації інноваційних технологій та ідей.

Хоча Фонд національної науки (the National Science Foundation) розпочав підтримку інноваційних програм інженерної освіти ще в 1970-х рр., справжнім поштовхом до такої підтримки став звіт Ради національної науки (National Science Board), так званий «Звіт Ніла» у 1986 р. З цього часу були розроблені різноманітні програми підтримки реформи інженерної освіти. Найбільшою з них є «Програма інженерних освітніх коаліцій» (the Engineering Education Coalitions program), яка на цей час містить вісім консорціумів або «коаліцій» різноманітних технічних навчальних закладів. Кожна коаліція працює над розробкою, впровадженням та оцінкою форми інженерної освіти, яка відображає нову парадигму. Вісім коаліцій охоплюють більше ніж п'ятдесят технічних навчальних закладів, в яких щорічно отримується більше третини інженерних ступенів бакалавра у Сполучених Штатах.

На додаток до коаліцій, Фонд національної науки підтримує різноманітні програми, що стосуються аспектів нової парадигми інженерії освіти, зокрема розробку таких навчальних курсів та програм, як «Широка інституція реформи бакалавріату з природничих наук, математики, інженерія та технології» (Institution-Wide Reform of Undergraduate Education in Science, Mathematics, Engineering, and Technology); «Приладобудування та лабораторне вдосконалення» (Institution-Wide Reform of Undergraduate Education in Science, Mathematics, Engineering, and Technology), «Покращення бакалаврського факультету» (Undergraduate Faculty Enhancement), «Розвиток комбінованого науково-навчального плану» (Combined Research-Curriculum Development), «Дослідницький досвід для бакалаврів» (Research Experiences for Undergraduates), «Гранти для академічних зв'язків з промисловістю» (Grant Opportunities for Academic Liaison with Industry), «Факультет раннього розвитку кар'єри» (Faculty Early Career Development), інноваційна освітня програма «Комп'ютер, інформатика та додатки у інженерній освіті» (Computer and Information Science and Engineering Educational Supplements and Educational Innovation Program), «Майстер-класи стипендіатів інженерної освіти» (Engineering Education Scholars Workshops), «Навчальні компоненти центрів інженерних досліджень» (Educational Components of the Engineering Research Centers). Додаткове фінансування надається за допомогою Проєкту реінвестування технологій виробничих програм навчання від інших агентств, яке здійснюється через Фонд національної науки.

Результати підтримки інженерної освіти задокументовані в інженерній навчальній літературі, особливо в розвідках «Призма Американського товариства інженерної освіти» (*ASEE Prism)* і «Журнал інженерної освіти» (the *Journal of Engineering Education)*, та у матеріалах

щорічної конференції Американського товариства інженерної освіти та «Кордони в освіті» (ASEE Annual Meetings and Frontiers in Education Conferences). Значний набір електронних програм є доступними для спільноти інженерної освіти через Коаліцію «SUCCEED» (the SUCCEED Coalition) і через Національну систему інженерної освіти (the National Engineering Education Delivery System). Доступ до проєктів можна отримати за допомогою вебсторінки коаліції інженерної освіти (the Engineering Education Coalitions). Серед позитивних результатів цих зусиль ми можемо визначити наступне:

– розроблені перспективні освітні інновації, які мають за мету поліпшити навчання, рівень підготовки випускників;

– у межах коаліцій ефективно співпрацюють різноманітні навчальні технічні заклади щодо двостороннього обміну навчальними методами та програмним забезпеченням;

– створена громада молодих, захоплених інженерною освітою учених.

З метою консолідування вже досягнутих здобутків серед технічних навчальних закладів учасників коаліцій, а також нових навчальних закладів стартували проєкти, спрямовані на розвиток інноваційних освітніх моделей, їх оцінювання та поширення.

Інженерні факультети, залучені до цих проєктів, вважають себе наставниками, які присвячені вихованню та розвитку студентів. Вони розробляють і використовують передові навчальні матеріали, що просувають навчання студентів, які задовольняють потреби студентів з різними стилями навчання. Вони інтегрують освіту та дослідження, використовують нові інформаційні технології та соціальні мережі, розвивають здібності студентів та їхню мотивацію залучитися до навчання протягом усього життя.

Інженерні навчальні програми підтримують міцну наукову базу знань, інтегрують теми шляхом введення основних принципів в контексті їхнього використання, використовують розвиток командної роботи, спілкування та визначення групових проєктів і навички вирішення проблем через навчальний план, збільшують можливості для міжнародного досвіду та залучають можливості використання технологій дистанційного навчання.

Інноваційні інженерні програми створені розвивати ефективні зв’язки інженерної освіти з початковою та середньою освітою, просувати програми подвійних дипломів, підтримувати регулярну, добре сплановану взаємодію з промисловістю, поширення отриманих даних; стимулювати винагороду викладачів, які розвиваються або впроваджують успішні інновації в

викладанні та навчанні, а також скоротити час і вартість, необхідні для отримання ступеня в інженерній освіті.

Інженерні програми в США є акредитованими інженерною акредитаційною комісією (the Engineering Accreditation Commission) та Акредитаційною радою з інженерії та технології (*The Accreditation Board for Engineering and Technology),* яка є федерацією з 28 інженерних товариств та акредитує приблизно 1500 інженерних програм у 300 навчальних закладах, 750 програм з інженерних технологій в 250 навчальних закладах і 40 програм, пов'язаних з інженерією в 30 установах. Акредитаційна рада з інженерії та технології визнається Міністерством освіти США для акредитації інженерних програм та Програми інженерних технологій у Сполучених Штатах. Більшість штатів вимагають навчання за інженерною програмою, акредитованою Акредитаційною радою з інженерії та технології як одну з умов для ліцензування професійного інженера.

Раніше акредитація Акредитаційною радою з інженерії та технології базувалася на основі критеріїв, що підкреслюють детальний зміст навчальної програми. Однак зараз використовується сучасний процес акредитації в рамках нової парадигми інженерної освіти. Новий набір критеріїв акредитації акцентує увагу на цілях інженерної освіти, які виражені в характеристиках і здібностях, що очікуються від випускників. Ці характеристики містять наступне:

– уміння застосовувати знання з математики, науки та техніки; ·
– уміння проєктувати, проводити експерименти та інтерпретувати отримані дані;
– здатність проєктувати систему, компонент або процес для задоволення визначених потреб;·
– уміння працювати в мультидисциплінарних командах;
– уміння визначати, формулювати та вирішувати інженерні проблеми;·
– розуміння професійної й етичної відповідальності та впливу технічних рішень у глобальному / соціальному контексті;·
– уміння ефективно спілкуватися;·
– мотивація та вміння навчатися протягом усього життя;
– знання сучасних проблем;
– уміння використовувати техніку, навички та сучасні інженерні засоби, необхідні для інженерної практики.

Висновки і перспективи подальших розвідок. Для безперервної роботи щодо вдосконалення навчального процесу в інженерній освіті роль промисловості є вирішальною. Якщо, справді, промисловість хоче

інженерів, які вміють не тільки ефективно та безперервно вдосконалюватись, але й тих, хто може допомогти формувати культуру інженерної освіти, вона повинна сприйняти значно підвищену відповідальність за залучення фінансових і людських ресурсів в інженерну освіту. Нова парадигма вимагає тісних, активних партнерських відносин між інженерними школами та промисловістю, інженери яких спроможні співпрацювати з викладачами у розробці прикладних ситуацій та брати активну участь у розробці навчальних програм. Також необхідна пряма фінансова допомога для фінансування додаткового часу, подорожей і допоміжних матеріалів, необхідних викладачам для розробки та проведення командних проєктів. Інженерні факультети, зі свого боку, повинні визнати що їм потрібно захоплено працювати зі своїми партнерами у промисловості для створення та впровадження нової парадигми інженерної освіти.

Література

1. Robert H. Todd, Carl D. Sorensen, and Spencer P. Magleby, Desingning a Capstone Senior Course to Satisfy Industrial Customers, Journal of Engineering Education, vol.82, no.2, 1993, pp. 92-100.
2. Joseph Bordogna, Eli Fromm and Edward Ernst, Engineering Education: Innovation Through Integrtion, Journal of Engineering Education, vol.82, no.1, 1993, pp. 3-8.
3. Hashmat A. Aglan and S.Firasat Ali, Hands-on Experiences: An Integral Part of Curriculum Reform, Journal of Engineering Education, vol. 85, no.4, October 1996, pp. 327-330.
4. Richard M. Felder, A longitudinal Study of Student Performance and Retention: IV Instructional Methods, Journal of Engineering Education, vol. 84, no.4, October 1995, pp. 361-368.
5. William Shelnutt and Kim Buch, Using Total Quality Principles for Strategic Planning and Carriculum Reform, Journal of Engineering Education, vol. 85, no.3, July 1996, pp. 201-208.
6. Systemic Engineering Education Reform: An Action Agenda, Report of a Workshop Convened by the NSF Directorate for Engineering, NSF 96-63, National Science Foundation, 1996.

References

1. Todd, Robert H., Sorensen, Carl D., & Magleby, Spencer P. (1993). Desingning a Capstone Senior Course to Satisfy Industrial Customers, *Journal of Engineering Education*, *vol.82, 2,* 92-100 (eng).
2. Bordogna, Joseph, Fromm, Eli, & Ernst, Edward (1993). Engineering Education: Innovation Through Integrtion*, Journal of Engineering Education, vol.82, no.1,* 3-8 (eng).

3. Aglan Hashmat, A., & Ali, S.Firasat (1996). Hands-on Experiences: An Integral Part of Curriculum Reform, *Journal of Engineering Education*, *vol. 85, 4,* October, 327-330 (eng).
4. Felder, Richard M. (1995). A longitudinal Study of Student Performance and Retention: IV Instructional Methods, *Journal of Engineering Education, vol. 84, 4, October,* pp 361-368 (eng).
5. Shelnutt, William, & Buch, Kim (1996). Using Total Quality Principles for Strategic Planning and Carriculum Reform, *Journal of Engineering Education, vol. 85, 3*, July, 201-208 (eng).
6. *Systemic Engineering Education Reform: An Action Agenda, Report of a Workshop* Convened by the NSF Directorate for Engineering, 96-63 (1996). NSF, National Science Foundation (eng).

РАЗВИТИЕ КУЛЬТУРЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В США

А. Е. Скирда

Статья определяет развитие культуры инженерного образования конца XX и начала XXI века. Политики, работодатели, исследователи и педагоги уделяют значительное внимание системе инженерного образования США и подготовке специалистов с инженерными навыками, поскольку именно инженерное образование отвечает за развитие и поддержку технической инфраструктуры нации и потенциал для инноваций. Основными современными двигателями реформы инженерного образования становятся консультативные советы инженерных колледжей и кафедр, а также инженерные профессиональные общества. Большинство инженерных колледжей и инженерных факультетов имеют производственные консультативные советы, состоящие из выпускников и представителей компаний, принимающих на работу значительное количество выпускников образовательного учреждения. Давнюю историю поддержки реформ образования в США имеют частные фонды. Кроме консультативных советов, большое влияние на развитие образовательных программ имеют публикации и конференции профессиональных обществ, в частности ежегодная конференция Американского общества инженерного образования. Инновационные инженерные программы призваны развивать эффективные связи инженерного образования с начальным и средним образованием, продвигать программы двойных дипломов, поддерживать регулярное, хорошо спланированное взаимодействие с промышленностью, распространение полученных данных, стимулировать вознаграждение преподавателей, которые развиваются или внедряют успешные инновации в преподавание и обучение, а также работают над тем, как сократить время и стоимость обучения, необходимые для получения диплома инженера. Национальный альянс коллективных изобретателей и инноваторов основан с целью поощрения изобретений, инноваций и предпринимательства среди студентов университетов по всей стране, является способом создания новых предприятий и возможностей трудоустройства.

Ключевые слова: *инженерное образование, инженерные навыки, инженерные профессиональные общества, инновационные инженерные программы, инженерные колледжи, инженерные факультеты, возможности трудоустройства.*

DEVELOPMENT OF ENGINEERING EDUCATION CULTURE IN THE USA

A. Ye. Skyrda

The article outlines the development of the culture of engineering education at the end of the XX and the beginning of the XXI century. Politicians, employers, researchers, and educators pay close attention to the U.S. engineering education system and training of engineers, as engineering education is responsible for developing and maintaining the nation's technical infrastructure and potential for innovation. The main modern drivers of the reform of engineering education are the advisory councils of engineering colleges and departments, as well as engineering professional societies. Most engineering colleges and engineering faculties have production advisory boards consisting of graduates and representatives of the companies, which employ a significant number of graduates. Private foundations have a long history of supporting the education reform in the United States. In addition to advisory boards, publications and conferences of professional societies, including the annual conference of the American Society for Engineering Education, are considered very influential in the development of educational programs. Innovative engineering programs are designed to develop effective links between engineering education and primary and secondary education, promote dual degree programs, maintain regular, well-planned interaction with industry, and disseminate data; stimulate remuneration of the teachers who develop or implement successful innovations in teaching and learning, and reduce the time and cost required to obtain a degree in engineering education. The National Alliance of Collective Inventors and Innovators was founded in order to promote invention, innovation, and entrepreneurship among university students across the country as a way to create new businesses and employment opportunities.

Key words: *Engineering education, engineering skills, engineering professional societies, innovative engineering programs, engineering colleges, engineering faculties, employment opportunities.*

Скирда Алла Євгенівна – доцент мовної підготовки, Донецький національний технічний університет (м. Покровськ, Донецька область, Україна). E-mail: alla.skyrda@ukr.net

Скирда Алла Евгеньевна – доцент языковой подготовки, Донецкий национальный технический университет (г. Покровск, Донецкая область, Украина). E-mail: alla.skyrda@ukr.net

Skyrda Alla Yevgenivna – Associate Professor of Language Training Department, Donetsk National Technical University (Pokrovs'k, Donetsk region, Ukraine). E-mail: alla.skyrda@ukr.net