

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Київський університет імені Бориса Грінченка

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ПАВЛЕНКО ОЛЬГА ВЯЧЕСЛАВІВНА

378.22.01/.09:621.3](73)(043.3)

ДИСЕРТАЦІЯ

**ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ З ЕЛЕКТРОНІКИ У ЗАКЛАДАХ
ВИЩОЇ ОСВІТИ США**

13.00.04 – теорія і методика професійної освіти
Педагогічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів, текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



О.В. Павленко

Науковий керівник: Сисоева Світлана Олександрівна, доктор педагогічних наук,
професор, дійсний член (академік) НАПН України

Київ – 2021

АНОТАЦІЯ

Павленко О.В. Професійна підготовка фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.04 «Теорія і методика професійної освіти» (Педагогічні науки). – Київський університет імені Бориса Грінченка, Київ, 2021.

В умовах стрімкого соціально-економічного та технологічного розвитку країн світу важливого значення набуває технічна освіта, зокрема в галузі електроніки та телекомунікацій. Це пояснюється тим, що прогрес людства значною мірою пов'язаний із найдинамічнішою галуззю техніки у світі – електронікою, з впровадженням наноелектронних технологій, удосконаленням електронних приладів та пристроїв тощо. Варто зазначити, що в цій сфері перші позиції посідають США. У зв'язку з цим важливого значення набуває дослідження професійної підготовки фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США задля врахування цього досвіду в Україні.

Об'єктом дослідження є професійна підготовка фахівців з електроніки у США. Предмет дослідження – організаційно-методичні засади професійної підготовки фахівців з електроніки США у закладах вищої освіти. Мета дослідження – дослідити та визначити організаційно-методичні засади професійної підготовки фахівців з електроніки у вищих закладах освіти США задля використання досвіду в Україні.

У дисертації проаналізовано стан дослідження проблеми в науковому просторі США та України; здійснено порівняльний аналіз базових понять дослідження; досліджено організаційно-методичні засади професійної підготовки фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США; обґрунтовано напрями використання досвіду професійної підготовки фахівців з електроніки США в Україні.

Здійснено порівняльний аналіз базових понять дослідження в науковому просторі США та України та класифіковано їх на дві групи. До першої групи понять належать такі поняття загального контексту професійної підготовки інженерів, як: «професійна освіта», «професійна підготовка», «інженерія». До другої – поняття, які характеризують професійну підготовку фахівців з електроніки: «електроніка», «електронна інженерія», «електротехніка», «фахівець з

електроніки» в науковому просторі США та України. В дисертації розкрито сутність поняття «кепстоун проєкт» (capstone project) та введено в науковий обіг такі поняття як «котермінальна» (coterminal) програма підготовки та «рецитація» (recitation).

Професійна підготовка фахівців з електроніки в дослідженні розуміється як набуття теоретичних і практичних знань та вмінь, навичок та компетентностей для успішної професійної діяльності, а саме використання технологій, матеріалів та приладів електронної техніки; конструювання, виготовлення, випробовування, монтажу та установлення, експлуатації, відновлення та модернізації електронної апаратури на основі використання сучасних схемотехнічних рішень.

Обґрунтовано організаційно-методичні засади підготовки фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США. Встановлено, що організація професійної підготовки фахівців з електроніки, здійснюється через такі нетипові форми навчання для українських здобувачів освіти як дистанційна (змішана, гібридна), навчання за «котермінальними» програмами підготовки та формування студентоцентрованих освітніх траєкторій у магістерських програмах. Мережу закладів вищої освіти, які здійснюють професійну підготовку фахівців з електроніки, досліджено за кількісними та територіальними показниками. На основі даних світових систем ранжування THE (Times Higher Education World University Ranking), QS (QS World University Ranking) та ARWU (Academic Ranking of World Universities), а також американської системи ранжування U. S. News доведено безперечне лідерство США в галузі «Електрична та електронна інженерія». Вони посідають перші 30 позицій серед закладів вищої освіти, і саме 47.5 % з 61 закладу освіти у світі є американськими. Встановлено, що більшість таких закладів є докторськими університетами трьох типів (із дуже високим рівнем наукової діяльності, з високою науковою діяльністю і професійні університети) та є державними закладами, які фінансуються відповідними штатами.

За змістом професійна підготовка фахівців з електроніки на бакалаврському рівні передбачає обов'язкову наявність дисциплін загальноосвітнього блоку й дисциплін практично-професійної підготовки. Загальна тенденція щодо кількості вибіркового складу складає 20-30 відсотків. Показано, що ефективність підготовки фахівців з електроніки в американських закладах вищої освіти

досягається за рахунок поєднання інтегративного підходу та практичної зорієнтованості. Освітні програми реалізуються в таких формах здобуття вищої освіти як стандартна програма, онлайн-програма та змішана програма, що поєднує очний формат підготовки з дистанційним.

З'ясовано, що якість професійної підготовки фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США досягається використанням таких активних методів як проблемні, кейс-стаді та виконання дослідно-конструкторських проєктів.

Досліджено організацію науково-дослідної діяльності майбутніх фахівців з електроніки. Встановлено, що протягом навчання на програмах бакалаврського рівня основними формами організації науково-дослідної роботи студентів є виконання дипломної роботи, участь у науково-дослідних програмах, курси зі складовою наукового дослідження, участь у науково-дослідних грантах або контрактах. В освітніх програмах другого (магістерського) рівня вагому частину займає науково-дослідна компонента, яка передбачена в межах виконання магістерської дипломної роботи. Методи організації науково-дослідної роботи є активними та інтерактивними, зокрема включають дослідно-конструкторські проєкти. Щодо докторських програм, то вони подібно до українських закладів вищої освіти передбачають захист дисертації, а також можуть відбуватися за змішаною формою навчання. Ефективність комерціалізації науково-технічних розробок забезпечується наявністю відповідної структури або структур у дослідницьких університетах, діяльність якої проводиться у трьох напрямках: створення прибутку в результаті патентування й ліцензування, надання послуг професорсько-викладацькому складу й створення стартапів. Обґрунтована необхідність інтеграції закладів вищої освіти з виробничим сектором і бізнесом для України.

У дослідженні схарактеризовано професійну підготовку фахівців з електроніки у закладах вищої освіти України. Виокремлено сучасні тенденції підготовки фахівців з електроніки в США й в Україні, та здійснено порівняльний аналіз програм підготовки бакалаврів та магістрів з електроніки в Україні та США.

Виокремлено подібне й відмінне у професійній підготовці фахівців з електроніки в США та в Україні. Особливістю професійної підготовки фахівців у американських закладах освіти є те, що існує можливість навчання в магістратурі за

обраною ще під час бакалаврату вузькою спеціалізацією; наявні різні типи програм на двох рівнях вищої освіти (котермінальна (прискорена) програма, програми комбінованого (дуального) навчання та «програми в програмі»).

Визначено перспективні напрями застосування американського досвіду з професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні в нормативно-правовому, організаційно-процесуальному та змістово-методичному аспектах. Встановлено, що досвід США з проведення такої форми навчального заняття як рецитація та написання підсумкових дипломних проєктів кепстоун може бути застосований для підвищення якості професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні.

Практичне значення дослідження полягає в розробленні та у впровадженні в освітній процес методичних рекомендацій «Професійна та іншомовна підготовка фахівців з електроніки: досвід США» для викладачів закладів вищої освіти та здобувачів вищої освіти, зокрема в галузі «Електроніка та телекомунікації»; методичних рекомендацій «Перспективні напрями застосування досвіду США до професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні» для викладачів у закладах вищої освіти, які готують здобувачів вищої освіти й розробляють навчальні плани та освітні програми; «Практикуму з англomовного наукового спілкування для студентів факультету електроніки спеціальності «Електроніка».

Матеріали дослідження можуть бути використані при розробці стандартів вищої освіти зі спеціальності «Електроніка», для оновлення навчальних планів та освітніх програм підготовки фахівців з електроніки, розробки спецкурсів і семінарів, удосконалення організації професійної та наукової підготовки фахівців з електроніки. Результати дослідження будуть корисними для науковців, викладачів, студентів інженерних спеціальностей.

Ключові слова: вища освіта; українська вища освіта; інженерна освіта; заклад вищої освіти; професійна підготовка; фахівець з електроніки.

Список публікацій здобувача

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Павленко О. В. Сучасний стан підготовки фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США. Молодий вчений. 2018. № 12(64). С. 111–114. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2018-12-64-29>
2. Pavlenko O. US Higher Engineering Education: the Spotlight on Current Trends. The Modern Higher Education Review. 2018. Vol. 3. P. 59–68. DOI: <https://doi.org/10.28925/2518-7635.2018.3.11>
3. Павленко О. В. Дослідження професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні та США: базові поняття. Неперервна професійна освіта: теорія і практика. 2018. Вип. 3-4 (56-57). С. 57–61. DOI: <https://doi.org/10.28925/1609-8595.2018.3-4.5761>
4. Павленко О. В. Професійна підготовка фахівців з електроніки у США: організація та мережа закладів вищої освіти. Педагогічний дискурс. 2019. Вип. 27. С. 84–95. DOI: <https://doi.org/10.31475/ped.dys.2019.27.10>
5. Павленко О. В. Організація науково-дослідної діяльності фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США: вибір пріоритетів для України. Засоби навчальної та науково-дослідної роботи. 2019. Вип. 53. С. 56–64.
6. Павленко О. В. Professional training of electronics engineers: applying US experience to Ukrainian higher educational institutions. Неперервна професійна освіта: теорія і практика. 2020. Вип. 1(62). С. 80–85. DOI: <https://doi.org/10.28925/1609-8595.2020.1.12>
7. Павленко О. В. Професійна підготовка фахівців з електроніки в Україні та США: методологія порівняльного дослідження. Освітологічний дискурс. 2020. Вип. 3(30). С. 240–252. DOI: <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2020.3.15>
8. Pavlenko O. Implementation of National Higher Education Standard in Electronics: Students' Perceptions of Learning Outcomes. Eureka: Social and Humanities. 2020. Vol. 5. P. 43–49. DOI: <https://doi.org/10.21303/2504-5571.2020.001439>

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

9. Pavlenko O. Job profiles in ESP: towards a better understanding of your learners' field. *English for Specific Purposes: A Multidimensional Challenge*. : Conference, 25–26 May 2018, Austria, Vienna /University of Applied Science.

P. 196–198. URL: https://www.campus02.at/hochschuldidaktik/wp-content/uploads/sites/20/2019/12/9th-UAS-Language-Instructors-Conference-Proceedings_1-komprimiert.pdf (last accessed: 26.12.20).

10. Dyachkova Ya., Syzenko A., Pavlenko O. Global Issues in ESP Classroom: Challenges and Opportunities. *Educating the Global Citizen: International Perspectives on Language Teaching in the Digital Age* : Conference, 25–28 March 2019, Germany, Munich / Ludwig-Maximillian's University. P. 71. URL: https://www.tefl.anglistik.uni-muenchen.de/conference-global-education/brochure_gced2019.pdf (last accessed: 26.12.20).

11. Pavlenko O. Competencies for the 21st Century Electronics Engineers. *Наука и инновации* : VI Междунар. конф., 21–23 юн. 2018, Болгария, София : Бялград-БГ. С. 89.

12. Павленко О. В. Забезпечення якості підготовки фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США. *Освітологія – 2019. Забезпечення якості вищої освіти в університеті: рух України до Європейського Союзу* : Всеукр. науково-практ. конф. 24 квіт. 2019, м. Київ / Київ. ун-т імені Бориса Гріченка. С. 54.

13. Павленко О. В. Навчання майбутніх інженерів усної англомовної медіації. *Актуальні проблеми романо-германської філології* : XII Міжнар науково. конф. 10 трав. 2019, м. Чернівці : Чернів. нац. техн. ун-т імені Юрія Федьковича. С. 54–55.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дослідження

14. Павленко О. В. Acoustician and Scientific Society: Communicating in English : Практикум з англомовного наукового спілкування для студентів факультету електроніки спеціальності 171 «Електроніка» / уклад.: Н Є. Доронкіна, О. В. Павленко. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 95 с.

15. Павленко О. В. Перспективні напрями застосування досвіду США до професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні : метод. рек. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 35 с.

16. Павленко О. В. Професійна та іншомовна підготовка фахівців з електроніки: досвід США : метод. рек. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 39 с.

ABSTRACT

Pavlenko O. V. Professional training of electronics engineers in US higher education institutions. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Thesis for a candidate degree of Pedagogical Sciences, speciality 13.00.04 – theory and methods of professional education. Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, 2021.

In the conditions of rapid social, economic, and technological development of the countries worldwide, technical education, in particular in the field of electronics and telecommunications, is becoming important. This is since the progress of mankind is largely associated with the most dynamic field of technology in the world – electronics, with the introduction of nanoelectronic technologies, improvement of electronic devices, etc. It should be noted that in this area the leading positions are held by the United States. In this regard, it is important to study the training of electronics professionals in US higher education institutions to introduce this experience in Ukraine.

The object of the research is training of electronics specialists in the United States. The subject of the research is the organizational and methodological principles of professional training of specialists electronics in US higher education institutions. The purpose of the study is to investigate and determine the organizational and methodological principles of professional training of electronics specialists in higher education institutions in the United States to introduce this experience in Ukraine.

The thesis analyzes the state of the research problem within US and Ukrainian contexts; compares the basic concepts of the study; studies the organizational and methodological principles of professional training of electronics specialists in US higher education institutions; substantiates the directions of implementing US experience of professional training of specialists in electronics in Ukraine.

The basic concepts of research within the US and Ukrainian contexts are compared and classified into two groups. The first group of concepts includes such concepts from the general context of professional training of engineers as: "professional education", "professional training", "engineering". The second comprises the concepts that characterize the training of electronics professionals: "electronics", "electronic engineering", "electrical engineering", "electronics specialist" within the US and Ukrainian context. The thesis describes the idea of the concept of capstone project and introduces it into scientific circulation such concepts as coterminal training program and recitation.

Professional training of electronics specialists in the study is viewed as the acquisition of theoretical and practical knowledge and skills, abilities and competencies for successful professional activity, namely in the use of technologies, materials, and devices of electronic equipment; design, manufacturing, testing, assembling and installation, operation, restoration and modernization of electronic equipment based on the application of modern circuit solutions.

The organizational and methodological principles of training specialists in electronics in higher education institutions of the United States are substantiated. It is established that the organization of professional training of electronics specialists is carried out through such nontypical forms of education for Ukrainian students as distance (blended, hybrid), training in coterminal training programs, and the creating of student-centered educational trajectories in master's programs. The network of higher education institutions that provide training for electronics specialists has been studied in quantitative and territorial terms. Based on the data from the world ranking systems THE (Times Higher Education World University Ranking), QS (QS World University Ranking) and ARWU (Academic Ranking of World Universities), as well as the American ranking system US News proved the undisputed leadership of the United States in the field of electrical and electronic engineering. They rank in the top 30 among higher education institutions, and 47.5% of the world's 61 educational institutions are American. It has been established that most of these institutions are doctoral universities of three types (with very high research activity, high research activity, and professional universities) and are state institutions funded by the respective states.

In terms of content, the professional training of electronics specialists at the bachelor's level presupposes the mandatory availability of disciplines for general education and practical and professional training. The general trend in the number of elective courses is 20-30 percent. It is shown that the effectiveness of training specialists in electronics in US higher education institutions is achieved through a combination of an integrative approach and practical orientation. Educational programs are implemented in such forms of higher education as the standard program, online program, and blended program, which combines full-time format training with distance.

It was found that the quality of training of electronics specialists in US higher education institutions is achieved through the use of such active methods as problem-solving, case studies, and the implementation of research and development projects.

The organization of research activities of future electronics specialists is studied. It is established that during the study at the bachelor's level the main forms of organization of research work of students are thesis writing, participation in research programs, courses with a research component, participation in research grants or contracts. In the educational programs of the second (master's) level, a significant part is dedicated to the research component, which is provided within the preparation of the master's thesis. Methods for organizing research work are active and interactive, in particular, they include research and development projects. As for doctoral programs, they, like Ukrainian higher education institutions, require the defense of a thesis, and can also be delivered as blended programs. The effectiveness of research and development commercialization is ensured by the presence of an appropriate structure or structures in research universities, whose activities are carried out in three areas: making a profit from patenting and licensing, providing services to faculty, and creating startups. The necessity of integration of higher education institutions with the production sector and business for Ukraine is substantiated.

The study characterizes the professional training of electronics specialists in higher education institutions of Ukraine. Current trends in the training of electronics specialists in the United States and Ukraine have been identified, and a comparative analysis of bachelor's and master's degree programs in electronics in Ukraine and the United States has been made.

The similarities and differences in the training of electronics specialists in the United States and Ukraine are outlined. The peculiarity of professional training in American educational institutions is that there is an opportunity to study for a master's degree in the narrow specialization chosen during the bachelor's degree; there are different types of programs at two levels of higher education (coterminal programs, programs with combined (dual) training, and programs in the program).

The prospective areas of application of the US experience on professional training of specialists in electronics in Ukraine in normative-legal, organizational-procedural and semantic-methodical aspects are determined. It is established that the US experience in

conducting such a form of training as recitation and writing final diploma projects called capstone can be used to improve the quality of training of electronics specialists in Ukraine.

The practical significance of the study is to develop and implement in the educational process guidelines: *Professional and Foreign Language Training of Electronics Professionals: the US Experience* for lecturers and students in higher education institutions, in particular in the field of Electronics and Telecommunications; guidelines on *Promising Areas of Application of the US Experience to Professional Training of Specialists in Electronics in Ukraine* for lecturers in higher education institutions who train students and develop curricula and educational programs; *A practical course in English for Scientific Communication for Students of the Faculty of Electronics (majoring in Electronics)*.

The research materials can be used in the development of standards of higher education in specialty Electronics, to update curricula and educational programs for electronics specialists, to develop special courses and seminars, to improve the organization of professional and research training of electronics specialists. The results of the study will be useful for researchers, lecturers, and engineering students.

Keywords: higher education; Ukrainian higher education; engineering education; higher education institution; professional training; electronics specialist.

List of publications of an applicant

Scientific papers, in which the main scientific results of thesis are published

1. Pavlenko O. V. Suchasnyi stan pidhotovky fakhivtsiv z elektroniky v zakladakh vyshchoi osvity SShA. Molodyi vchenyi [The Current State of the Training of Electronics Specialists in Higher Education Institutions of the USA]. 2018. № 12(64). С. 111–114. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2018-12-64-29>
2. Pavlenko O. US Higher Engineering Education: the Spotlight on Current Trends. The Modern Higher Education Review. 2018. Vol. 3. P. 59–68. DOI: <https://doi.org/10.28925/2518-7635.2018.3.11>
3. Pavlenko O. V. Doslidzhennia profesiinoi pidhotovky fakhivtsiv z elektroniky v Ukraini ta SShA: bazovi poniattia [Research into Professional Training of Electronics Engineers in Ukraine and the USA: Basic Concepts]. Neperervna profesiina osvita: teoriia

i praktyka. 2018. Vyp. 3-4 (56-57). S. 57–61. DOI: <https://doi.org/10.28925/1609-8595.2018.3-4.5761>

4. Pavlenko O. V. Profesiina pidhotovka fakhivtsiv z elektroniky u SShA: orhanizatsiia ta merezha zakladiv vyshchoi osvity [Professional Training of Electronics Engineers: Comparative Study Methodology]. Pedahohichniy diskurs. 2019. Vyp. 27. S. 84–95. DOI: <https://doi.org/10.31475/ped.dys.2019.27.10>

5. Pavlenko O. V. Orhanizatsiia naukovo-doslidnoi diialnosti fakhivtsiv z elektroniky v zakladakh vyshchoi osvity SShA: vybir priorytetiv dlia Ukrainy [Organization of Reserch and Development activity of Electronics Specialists in the Higher Education Institutions of the USA]. Zasoby navchalnoi ta naukovo-doslidnoi roboty. 2019. Vyp. 53. S 56–64.

6. Pavlenko O. V. Professional training of electronics engineers: applying US experience to Ukrainian higher educational institutions. Neperervna profesiina osvita: teoriia i praktyka. 2020. Vyp. 1(62). S. 80–85. DOI: <https://doi.org/10.28925/1609-8595.2020.1.12>

7. Pavlenko O. V. Profesiina pidhotovka fakhivtsiv z elektroniky v Ukraini ta SShA: metodolohiia porivnialnoho doslidzhennia [Professional Training of Electronics Engineers: Comparative Study Methodology]. Osvitlohichniy diskurs. 2020. Vyp. 3(30). S. 240–252. DOI: <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2020.3.15>

8. Pavlenko O. Implementation of National Higher Education Standard in Electronics: Students' Perceptions of Learning Outcomes. Eureka: Social and Humanities. 2020. Vol. 5. P. 43–49. DOI: <https://doi.org/10.21303/2504-5571.2020.001439>

Scientific papers certifying the approbation of the research materials

9. Pavlenko O. Job profiles in ESP: towards a better understanding of your learners' field. *English for Specific Purposes: A Multidimensional Challenge*. : Conference, 25–26 May 2018, Austria, Vienna /University of Applied Science. P. 196–198. URL: https://www.campus02.at/hochschuldidaktik/wp-content/uploads/sites/20/2019/12/9th-UAS-Language-Instructors-Conference-Proceedings_1-komprimiert.pdf (last accessed: 26.12.20).

10. Dyachkova Ya., Syzenko A., Pavlenko O. Global Issues in ESP Classroom: Challenges and Opportunities. *Educating the Global Citizen: International Perspectives on Language Teaching in the Digital Age* : Conference, 25–28 March 2019, Germany,

Munich / Ludwig-Maximillian's University. P. 71. URL: https://www.tefl.anglistik.uni-muenchen.de/conference-global-education/brochure_gced2019.pdf (last accessed: 26.12.20).

11. Pavlenko O. Competencies for the 21st Century Electronics Engineers. *Nauka y ynnovatsyy* : VI Mezhdunar. konf., 21–23 yun. 2018, Bolharyia, Sofyia : Bialhrad-BH. S. 89.

12. Pavlenko O. V. Zabezpechennia yakosti pidhotovky fakhivtsiv z elektroniky v zakladakh vyshchoi osvity SShA [Ensuring Quality of Electronics Specialists Training in Higher Education Institutions of the USA]. *Osvitohiia – 2019. Zabezpechennia yakosti vyshchoi osvity v universyteti: rukh Ukrainy do Yevropeiskoho Soiuzu* : Vseukr. naukovo-prakt. konf. 24 kvit. 2019, m. Kyiv / Kyiv. un-t imeni Borysa Hrichnenka. S. 54.

13. Pavlenko O. V. Navchannia maibutnikh inzheneriv usnoi anhlomovnoi mediatsii. Aktualni problemy romano-hermanskoi filolohii [Teaching Future Engineers Mediation Skills in English] : KhII Mizhnar naukovo. konf. 10 trav. 2019, m. Chernivtsi : Cherniv. nats. tekhn. un-t imeni Yurii Fedkovycha. S. 54–55.

Scientific works that additionally reflect the scientific results of the research

14. Pavlenko O. V. Acoustician and Scientific Society: Communicating in English : Praktykum z anhlomovnoho naukovoho spilkuvannia dlia studentiv fakultetu elektroniky spetsialnosti 171 «Elektronika» / uklad.: N Ye. Doronkina, O. V. Pavlenko. Kyiv : KPI im. Ihoria Sikorskoho, 2017. 95 s.

15. Pavlenko O. V. Perspektyvni napriamy zastosuvannia dosvidu SShA do profesiinoi pidhotovky fakhivtsiv z elektroniky v Ukraini [Promising Areas of Application of the US Experience to Professional Training of Specialists in Electronics in Ukraine] : metod. rek. Kyiv : KPI im. Ihoria Sikorskoho, 2020. 35 s.

16. Pavlenko O. V. Profesiina ta inshomovna pidhotovka fakhivtsiv z elektroniky: dosvid SShA [Professional and Foreign Language Training of Electronics Professionals: the US Experience] : metod. rek. Kyiv : KPI im. Ihoria Sikorskoho, 2020. 39 s.

ЗМІСТ

ВСТУП	16
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ЕЛЕКТРОНІКИ У США.....	26
1.1 Порівняльний аналіз базових понять дослідження в науковому просторі США та України.....	26
1.2 Проблема підготовки фахівців інженерної галузі у педагогічний теорії.....	41
1.3 Методологія дослідження професійної підготовки фахівців з електроніки у США.....	55
Висновки до першого розділу.....	68
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ЕЛЕКТРОНІКИ У США.....	71
2.1 Організація та мережа закладів вищої освіти щодо професійної підготовки фахівців з електроніки.....	71
2.2 Зміст професійної підготовки фахівців з електроніки у закладах вищої освіти.....	99
2.3 Форми і методи професійної підготовки та організація науково- дослідної діяльності фахівців з електроніки.....	139
2.4 Комерціалізація науково-технічних розробок	173
Висновки до другого розділу.....	186
РОЗДІЛ 3. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ЗАСТОСУВАННЯ ДОСВІДУ США ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ЕЛЕКТРОНІКИ В УКРАЇНІ.....	191
3.1 Професійна підготовка фахівців з електроніки в Україні.....	191
3.2 Порівняльний аналіз професійної підготовки фахівців з електроніки у США і Україні	208
3.3 Використання досвіду США щодо професійної підготовки фахівців з	218

електроніки в Україні.....	
Висновки до третього розділу.....	225
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	227
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	232
ДОДАТКИ	260

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. В умовах стрімкого соціально-економічного та технологічного розвитку країн світу важливого значення набуває технічна освіта, зокрема в галузі електроніки та телекомунікацій. Це пояснюється тим, що прогрес людства значною мірою пов'язаний із найдинамічнішою галуззю техніки у світі – електронікою, з впровадженням наноелектронних технологій, удосконаленням електронних приладів та пристроїв тощо. Варто зазначити, що в цій сфері перші позиції посідають США. У зв'язку з цим важливого значення набуває дослідження професійної підготовки фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США задля врахування цього досвіду в Україні.

Стратегічні напрями розвитку сучасної освіти в Україні відображено в законодавчих і нормативних документах, а саме в Законах України «Про вищу освіту» (2014), «Про основні засади інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки» (2007), «Про національну програму інформатизації» (1998); питання реформування системи вищої освіти відображені в указах президента «Про національну доктрину розвитку освіти України у XXI столітті» (2002), «Про національну стратегію розвитку України на 2012–2021 роки» (2013); наказах Міністерства освіти і науки України «Про затвердження плану дій щодо забезпечення якості вищої освіти України та її інтеграції в європейське і світове освітнє співтовариство на період до 2010 року» (2007), «Про запровадження у вищих навчальних закладах України кредитно-трансферної системи» (2009); постанові Кабінету міністрів України «Про затвердження національної рамки кваліфікацій» (2011). Необхідність активізації наукової діяльності та поглиблення її взаємодії з навчальним процесом в університетах підкреслюється в Законі України про «Про наукову і науково-технічну діяльність» (2016), постанові Кабінету міністрів України «Про затвердження державної цільової науково-технічної та соціальної програми «Наука в університетах» на 2008-2017 роки (2007).

Теоретичні й методичні засади сучасної професійної підготовки фахівців у закладах вищої освіти розглядають українські науковці в таких аспектах, як-от: філософія освіти (В. Андрущенко, В. Кремень, В. Огнев'юк, П. Саух) [15; 27; 82]; компетентнісна освіта (В. Луговий, Л. Хоружа) [27; 48]; теоретико-методологічні засади неперервної професійної освіти (С. Гончаренко, С. Сисоєва) [11; 70]; тенденції розвитку транснаціональної вищої освіти (Н. Авшенюк) [1], генезі змісту

фахової підготовки здобувачів вищої освіти в закладах вищої освіти (Н. Батечко, С. Заскалета, Г. Лебедь) [3; 17; 29].

Значний внесок у розвиток методології порівняльної педагогіки внесли українські дослідники О. Локшина, Л. Пуховська, А. Сбруєва [27; 67; 69], а також зарубіжні вчені П. Бродфут (P. Broadfoot) [117], М. Брей (M. Bray), Б. Адамсон (B. Adamson), та М. Менсон (M. Mason) [115]; Л.Е. Сатер (L.E. Suter), Е. Сміт (E. Smith), Б. Денман (B. D. Denman) [126]; К. Мунді (K. Mundy), К. Бікмор (K. Bickmore), Р. Хейхоу (R. Hayhoe), М. Мадден (M. Madden) та К. Маджіді (K. Madjidi) [128].

Розвиток освіти в США вивчали вітчизняні дослідники за такими напрямками: трансформаційні процеси у вищій школі США в ХХ-ХХІ ст. (О. Стойка) [78]; особливості застосування законодавства США у сфері вищої освіти до державних і приватних закладів вищої освіти (ЗВО) (О. Верхогляд) [6]; стандартизація змісту вищої освіти США (А. Баранников, Н. Воскресенская, О. Літвінов, Г. Дмитрієв) [2; 7]; розвиток управління освітою в США (М. Братко) [5], особливості оцінювання вищої освіти в США (В. Данющенко, І. Зварич, В. Луначек, Н. Чорна) [18; 31; 85].

Професійній підготовці фахівців інженерної галузі приділяється велика увага у працях вітчизняних науковців, у яких розкриваються різні її аспекти: теоретична та методична підготовка майбутнього інженера (М. Згуровський, О. Ігнатюк) [21; 23 84], організація науково-дослідної роботи студентів технічних університетів Німеччини (Т. Голуб) [10], формування інтелектуальної мобільності майбутніх інженерів в умовах освітнього середовища технічного університету (Г. Міхненко) [39], застосування медіаосвітніх технологій у підготовці магістрів із комп'ютерних наук (Н. Духаніна) [16], професійна підготовка бакалаврів із кібербезпеки у вищих навчальних закладах США (Б. Бистрова) [4] та підготовка майбутніх інженерів до управлінської діяльності (О. Романовський) [6].

Розвиток вищої освіти США вивчали зарубіжні дослідники з огляду на: особливості мережі та класифікації американських закладів вищої освіти П. Алтбач (P. Altbach) [97], стандартизацію змісту вищої освіти США М. Бестерфілд-Сакр, (M. Besterfield-Sacre) [111], Дж. Дудерштадт (J. Duderstadt) [157], В. Сміт (V. Smith) [133]; оцінювання навчальних досягнень абітурієнтів та студентів американських закладів вищої освіти в США Б. Р. Гіффорд (B. R. Gifford) та М. Кетрін

(M. Catherine) [127], Ч. Секольський (Ch. Secolsky) та Д. Б. Денісон (D. B. Denison) [210].

Теоретичним та методичним основам підготовки майбутнього інженера присвятили свої дослідження Дж. П. Давім (J. P. Davim), К. Д. Томас (K. D. Thomas), Г. Уеллс (G. Wells) та А. Едвардс (A. Edwards) [125], зокрема фахівців з електроніки Ф. К. Беррі (F. C. Berry), П. С. ді Піацца (P. S. Di Piazza) та С. Л. Соєр (S. L. Sauer) [109].

Варто зазначити, що професійна підготовка фахівців з електроніки відбувається у США в різних закладах освіти. Оскільки установи післяшкільної освіти США надзвичайно неоднорідні, вони розподіляються на шість категорій із врахуванням таких критеріїв, як найвищий ступінь, що присуджується, тривалість освітньої програми та науково-дослідна діяльність. До них входять спеціалізовані або вузькопрофільні заклади, коледжі, що готують молодших спеціалістів, здійснюють підготовку за бакалаврськими та магістерськими програмами (окремо виділяються коледжі для корінного населення); та університети, які здійснюють підготовку за докторськими та магістерськими програмами. Тож, у контексті нашого дослідження до закладів вищої освіти віднесено такі, які здійснюють підготовку за бакалаврськими, магістерськими та докторськими програмами.

Незважаючи на значну кількість наукових праць, проблема професійної підготовки фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США ще не була предметом окремого дослідження. Поза увагою вчених залишаються організаційно-методичні засади професійної підготовки фахівців з електроніки у США, зокрема організація та мережа закладів вищої освіти щодо підготовки фахівців з електроніки; зміст, форми і методи підготовки та організація науково-дослідної діяльності фахівців з електроніки, комерціалізації науково-технічних розробок.

Актуальність проблеми дослідження посилюється також наявною низкою суперечностей в освітньому просторі України, а саме між:

- динамічними змінами у сфері техніки та технологій, процесом їх інтенсивного розвитку та сучасним станом підготовки фахівців із інженерних спеціальностей, зокрема електроніки та телекомунікацій;
- необхідністю підвищення якості професійної підготовки фахівців з електроніки відповідно до вимог ринку праці та недосконалістю такої підготовки в Україні;

- накопиченням США досвіду підготовки бакалаврів та магістрів з електроніки та відсутністю його цілісного аналізу задля використання в Україні.

Враховуючи соціальну та економічну значущість розвитку технологічного рівня електроніки, пов'язану з цим необхідність якісної професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні, доцільність врахування прогресивного американського досвіду темою дисертаційного дослідження обрано: **«Професійна підготовка фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США».**

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана згідно з науковою темою факультету лінгвістики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» «Стратегії забезпечення якості фахової та іншомовної підготовки майбутніх фахівців в політехнічному закладі вищої освіти» (державний реєстраційний номер № 0120U104866). Тема дисертації затверджена Вченою радою Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (протокол № 2 від 08 лютого 2016 року) та узгоджена Міжвідомчою радою з координації наукових досліджень з педагогічних та психологічних наук в Україні (протокол № 2 від 23 лютого 2016 року).

Об'єкт дослідження – професійна підготовка фахівців з електроніки у США.

Предмет дослідження – організаційно-методичні засади професійної підготовки фахівців з електроніки США у закладах вищої освіти.

Мета дослідження: дослідити та визначити організаційно-методичні засади професійної підготовки фахівців з електроніки у вищих закладах освіти США задля використання досвіду в Україні.

Відповідно до предмета й мети дослідження визначено основні завдання дослідження:

1. Проаналізувати стан дослідження проблеми в науковому просторі США та України.
2. Здійснити порівняльний аналіз базових понять дослідження.
3. Дослідити організаційно-методичні засади професійної підготовки фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США.
4. Обґрунтувати напрями використання досвіду професійної підготовки фахівців з електроніки США в Україні.

Методологічна основа дослідження розкрита на філософському, загальнонауковому, конкретнонауковому та технологічному рівнях. На філософському рівні – положення про роль освіти у формуванні світоглядної культури майбутнього фахівця; нерозривний зв'язок єдності теорії та практики, освіти та культури. На загальнонауковому рівні – положення про гуманізацію, гуманітаризацію та глобалізацію освіти; принципи системності, мультикультуралізму. На рівні конкретнонаукової методології – методологія порівняльного дослідження. На технологічному рівні – методи проведення дослідження із залученням широкого кола джерельної бази.

Теоретичну основу дослідження становлять наукові положення та висновки: філософії освіти (В. Кремень, В. Огнев'юк, П. Саух) [15; 27]; теоретико-методологічні засади неперервної професійної освіти (С. Гончаренко, Н. Ничкало, С. Сисоєва) [11; 43; 70]; методологія порівняльної педагогіки (О. Локшина, Л. Пуховська, А. Сбруєва) [27; 67; 69]; дослідження розвитку освіти США, зокрема, у сфері вищої освіти (О. Верхогляд) [6]; стандартизація змісту освіти США (А Баранников, Н. Воскресенька, О. Літвінов, Г. Дмитрієв [2; 7], Дж. Дудерштадт (J. Duderstadt) [157], В. Сміт (V. Smith) [133]; оцінювання навчальних досягнень у США (В. Данющенко, І. Зварич, В. Лунячек, Н. Чорна, Дж. Ханівуд (J. Heywood) [18; 31; 85; 159]; концептуальні засади реформування американської інженерної освіти Д. Грассо (D. Grasso), Дж. Дж. Хелбл (J. J. Heble) [157], розвиток інженерної освіти в Україні та США на різних історичних етапах (Т. Георгієва, О. Романовський) [6; 67], теоретичні та методичні основи підготовки майбутніх інженерів (М. Згуровський, О. Ігнатюк, В. Бистрова, О. Романовський та ін) [4; 21; 23; 84; 67].

Методи дослідження. Для розв'язання поставлених завдань та досягнення мети дослідження використано комплекс загальнонаукових методів: теоретичні: аналіз і синтез з метою визначення основних напрямів дослідження проблеми професійної підготовки фахівців з електроніки; порівняльний аналіз для виділення структурних компонентів системи професійної підготовки фахівців з електроніки у США, виявлення та обґрунтування тенденцій професійної підготовки фахівців з електроніки у США; класифікація та узагальнення з метою виокремлення в процесах і явищах загальних рис для України та США щодо професійної підготовки фахівців з електроніки; порівняльний аналіз для зіставлення змісту понять, що

функціонують у американському та вітчизняному науковому просторі; емпіричні: вивчення нормативно-правової бази щодо професійної підготовки фахівців з електроніки в США, документації; порівняння за однією ознакою, за декількома ознаками; метод дослідної бесіди, переклад автентичної літератури (переклад та уточнення термінів і поняттєвої бази, а також вияв їх аналогів або синонімічної групи однією чи кількома іноземними мовами, зіставлення значення понять у сучасній міжнародній термінології, з урахуванням різного специфічного тлумачення задля адаптації понятійного апарату американської освітньої системи в українському науковому просторі); опис фактичної інформації з метою аналітичної інтерпретації та вивчення конкретних фактів і явищ; статистичної обробки результатів дослідження: для кількісного та якісного аналізу отриманих даних.

Джерельну базу дослідження становлять:

– законодавчі й нормативні документи щодо визначення понять та стратегій реформування вищої освіти України: законодавчих й нормативних документах: Законах України «Про вищу освіту» (2014), «Про основні засади інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки» (2007), «Про національну програму інформатизації» (1998); питання реформування системи вищої освіти відображені в указах президента «Про національну доктрину розвитку освіти України у XXI столітті» (2002), «Про національну стратегію розвитку України на 2012–2021 роки» (2013); наказах Міністерства освіти і науки України «Про затвердження плану дій щодо забезпечення якості вищої освіти України та її інтеграції в європейське і світове освітнє співтовариство на період до 2010 року» (2007), «Про запровадження у вищих навчальних закладах України кредитно-трансферної системи» (2009); постанові Кабінету міністрів України «Про затвердження національної рамки кваліфікацій» (2011); про «Перелік галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» (2015);

– законодавчі й нормативні документи щодо активізації наукової діяльності та поглиблення її взаємодії з навчальним процесом в університетах: Закон України про «Про наукову і науково-технічну діяльність» (2016), постанова Кабінету міністрів України «Про затвердження Державної цільової науково-технічної та соціальної програми «Наука в університетах» на 2008–2017 роки (2007);

– закони, законодавчі й нормативні документи, концепції, програми щодо системи та проблем вищої освіти в США: закони «Про вищу освіту» (1998), «Про можливості вищої освіти» (2008);

– нормотворчі документи міністерства освіти США щодо вищої освіти за 2017-2020 роки, стандарти Національної ради екзаменаторів для інженерів та техніків (National Council of Examiners for Engineering and Surveying); документи Американської акредитаційної ради з інженерії та технологій (Accreditation Board for Engineering and Technology – ABET), дані Організації економічної співпраці та розвитку (OECD) та Інституту інженерів з електротехніки та електроніки (Institute of Electrical and Electronic Engineers – IEEE);

– освітні бази даних: українська – Єдина державна електронна база з питань освіти та американська – Інтегрована база даних вищої освіти (Integrated Postsecondary Education Data System – IPEDS); класифікація Карнегі установ вищої освіти (Carnegie Classification of Academic Institutions); звіти та експрес-випуски Державної служби статистики України та американського Національного центру освітньої статистики (National Center for Education Statistics) за 2014-2020 роки; американські (U. S. News) та світові системи ранжування закладів фахової передвищої та вищої освіти THE (Times Higher Education World University Ranking); QS (QS World University Ranking) та ARWU (Academic Ranking of World Universities);

– американська та світова періодика: Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice (Журнал професійних питань в інженерній освіті та практиці), Journal of Engineering Education (Журнал інженерної освіти), International Journal of Engineering Education (Міжнародний журнал інженерної освіти), International Journal of Electrical Engineering Education (Міжнародний журнал освіти в галузі електронної інженерії), Journal of Cooperative Education (Журнал кооперативної освіти);

– монографічні та інші наукові праці американських вчених з проблеми дослідження (Дж. Кім (J. Kim), Е. Малоні (E. Maloney), С. С. Бердслі (S. C. Beardsley), С. Р. Галлахер (S. R. Gallagher), Д. Г. Облінгер (D. G. Oblinger) та ін.) [145];

– електронні ресурси: офіційні сайти закладів вищої освіти США;

– періодичні та неперіодичні видання, матеріали конференцій, присвячені проблемі підготовки інженерних фахівців, фахівців з електроніки в США в контексті використання досвіду підготовки бакалаврів та магістрів з електроніки в Україні.

Наукова новизна та теоретичне значення дослідження полягає в тому, що вперше обґрунтовано організаційно-методичні засади підготовки фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США (організація та мережа закладів вищої освіти; зміст, форми й методи професійної підготовки; організація науково-дослідної діяльності; засоби комерціалізації науково-технічних розробок на державному та університетському рівнях); визначено перспективні напрями застосування американського досвіду з професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні в нормативно-правовому (зокрема, створення окремої структури в закладах вищої освіти відповідальної за юридичний, адміністративний і фінансовий супровід трансферу знань і технологій), організаційно-процесуальному (зокрема, забезпечення міждисциплінарності та комплексності підготовки фахівців з електроніки, гнучкості змістового наповнення освітніх програм, надання можливості більшого вибору курсів із суміжних спеціальностей, виконання міждисциплінарних науково-дослідних проєктів), та змістово-методичному (зокрема, підсилення фундаментальної підготовки, створення умов для формування універсальних компетентностей; запровадження нових типів освітніх програм – котермінальних) аспектах; виокремлено провідні тенденції у професійній підготовці фахівців з електроніки, а саме: перехід від навчання в цехах до спеціалізованих закладів освіти; спрямованість на пошук оптимального співвідношення між практичним та теоретичним компонентами освітніх програм; постійне оновлення акредитаційних критеріїв Американською радою з акредитації в галузі інженерних наук і технологій; перенесення фокусу навчання на результати; приділення значної уваги загальноосвітньому компоненту у підготовці фахівців з електроніки; до наукового обігу введено дотепер не відомі та маловідомі в Україні праці американських дослідників, документи, навчально-методичні матеріали, освітні програми, теоретичні ідеї та підходи щодо підготовки бакалаврів та магістрів з електроніки у закладах вищої освіти США; уточнено теоретичну сутність та зміст понять «електроніка», «професійна підготовка фахівців з електроніки» та «фахівець з електроніки» в американському освітньому просторі; розкрито сутність поняття

«кепстоун проєкт» (capstone project) та введено в науковий обіг такі поняття як «котермінальна» (coterminal) програма підготовки та «рецитація» (recitation); удосконалено програми, зміст, форми й методи професійної підготовки фахівців з електроніки з урахуванням американського досвіду; зміст тренінгів з професійної підготовки викладачів закладів вищої освіти щодо змісту, форм та методів організації навчання фахівців з електроніки; подальшого розвитку набули положення щодо розвитку технічної освіти в Україні, забезпечення якості професійної підготовки фахівців з електроніки з урахуванням американського досвіду.

Практичне значення дослідження полягає в розробленні та у впровадженні в освітній процес методичних рекомендацій «Професійна та іншомовна підготовка фахівців з електроніки: досвід США» для викладачів закладів вищої освіти та здобувачів вищої освіти, зокрема в галузі «Електроніка та телекомунікації»; методичних рекомендацій «Перспективні напрями застосування досвіду США до професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні» для викладачів у закладах вищої освіти, які готують здобувачів вищої освіти й розробляють навчальні плани та освітні програми; «Практикуму з англomовного наукового спілкування для студентів факультету електроніки спеціальності «Електроніка».

Матеріали дослідження можуть бути використані при розробці стандартів вищої освіти зі спеціальності «Електроніка», для оновлення навчальних планів та освітніх програм підготовки фахівців з електроніки, розробки спецкурсів і семінарів, удосконалення організації професійної та наукової підготовки фахівців з електроніки. Результати дослідження будуть корисними для науковців, викладачів, студентів інженерних спеціальностей.

Результати дослідження впроваджено в освітній процес Національного авіаційного університету (протокол № 9 від 12.05.2020 р.), Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського (протокол № 11 від 26.06.2020 р.), Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (протокол № 13 від 26.06.2020 р.), Луганського національного університету імені Тараса Шевченка (протокол № 1 від 09.09.2020 р.).

Особистий внесок здобувача. У підготовленому у співавторстві з Н. Доронкіною «Практикумі з англomовного наукового спілкування для студентів факультету електроніки спеціальності 171 «Електроніка» «Acoustician and Scientific Society: Communicating in English», дисертантці належить розробка змістових модулів 1–4. У доповіді «Global Issues in ESP Classroom: Challenges and Opportunities» на міжнародній конференції Educating the Global Citizen: International Perspectives on Language Teaching in the Digital Age, у співавторстві з Я. Дячковою, А. Сизенко авторка здійснила аналіз компетентностей студентів інженерних спеціальностей.

Апробація результатів дослідження здійснювалась на науково-практичних конференціях різних рівнів, зокрема міжнародних: English for Specific Purposes: A Multidimensional Challenge (Відень, 25–26 травня 2018 р.); Educating the Global Citizen: International Perspectives on Language Teaching in the Digital Age (Мюнхен, 25–28 березня 2019 р.); VI Междунар. конф., (Софія, 21–23 юн. 2018 р.), XII Міжнар наук. конф. «Актуальні проблеми романо-германської філології» (Чернівці, 10 травня 2019 р.); всеукраїнських: «Освітологія – 2019. Забезпечення якості вищої освіти в університеті: рух України до Європейського Союзу», (м. Київ, 24 квітня 2019 р.).

Публікації. Основні теоретичні положення та висновки дисертації опубліковано в 16 публікаціях, із них: 14 – одноосібні, в тому числі 5, статей у фахових виданнях України, 1 стаття у зарубіжному науковому періодичному виданні, 2 статті, що входять до міжнародної наукометричної бази, 2 методичні рекомендації, 1 практикум, 5 тез доповідей в збірниках матеріалів конференцій в Україні та за кордоном.

Структура дисертації зумовлена логікою дослідження і складається зі вступу, трьох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, додатків, списку використаних джерел (236 найменувань, із них 146 іноземними мовами) та додатків на 36 сторінках. Загальний обсяг дисертації – 296 сторінок, із них основного тексту 216 сторінок. Робота містить 9 таблиць та 8 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ

ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ЕЛЕКТРОНІКИ У США

У здійснено порівняльний аналіз базових понять дослідження в науковому просторі США та України; проаналізовано проблему підготовки фахівців інженерної галузі у педагогічній теорії, розкрито методологію дослідження обраної проблеми.

1.1. Порівняльний аналіз базових понять дослідження в науковому просторі США та України

На важливості аналізу базових понять порівняльного дослідження наголошують сучасні дослідники. На думку С. Сисоєвої, вчені вважають що «неоднозначне тлумачення понять, що вживаються сьогодні у світовому та європейському освітньому просторі, відсутність їх адаптації до традиційних понять вітчизняної педагогічної науки завдає, на наш погляд, великої шкоди розвитку освітньої галузі країни, вносить багатозначність у розуміння термінології, породжує хаос у головах науковців та практиків, знижує рівень методології педагогічної науки [70, с. 19].

Із огляду на те, що підготовка здобувачів вищої освіти щодо нормативного контексту в Україні здійснюється відповідно до затвердженого Кабінетом міністрів України Переліку галузей знань (2015), розглянемо спеціальності, які входять до галузі 17 «Електроніка та комунікації» та окреслимо перелік базових понять для дослідження підготовки фахівців з електроніки.

До першої групи понять авторка віднесла поняття загального контексту професійної підготовки інженерів, такі як: «професійна освіта», «професійна підготовка», «інженерія». До другої – поняття, які характеризують професійну підготовку фахівців з електроніки: «електроніка», «електронна інженерія», «електротехніка», «фахівець з електроніки» в науковому просторі США та України.

В Україні в рамках галузі «Електроніка та комунікації» здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти за трьома спеціальностями: 171 «Електроніка», 172 «Телекомунікації та радіотехніка», 173 «Авіоніка». Враховуючи предмет нашого дослідження, ми розглядаємо спеціальність 171 «Електроніка», оскільки саме в рамках цієї інженерної спеціальності здійснюється професійна підготовка фахівців з електроніки в закладах вищої освіти України.

Важливим поняттям дослідження є поняття «електроніка». Електроніка визначається як галузь науки й техніки, яка пов'язана з вивченням фізичних явищ в електровакуумних та напівпровідникових приладах, дослідженнями, розробкою, виготовленням і застосуванням електронних, іонних і напівпровідникових пристроїв [26, с. 10; 35, с. 13].

Подібне визначення електроніки знаходимо в англomовних джерелах. У цих джерелах електроніка розглядається як галузь науки й техніки, що займається дослідженням руху електричних зарядів, поведінки та впливу електронів у вакуумі, газах та напівпровідниках, а також вивченням приладів, що використовують такі електрони або керують потоками електронів та інших заряджених частинок [156, с. 248-249; 167, с. 8]. Також, електроніку визначають як науку «про прилади і процеси, які використовують перетворення електромагнітної енергії для передачі, переробки і збереження енергії, сигналів і даних в енергетичних й комп'ютерних системах та системах управління» [167, с. 8].

«Сучасний словник електроніки», крім згаданих визначень електроніки як самостійної галузі науки й техніки, наводить ще одне, згідно з яким електроніка розглядається як галузь електротехніки, що займається приладами, робота яких залежить від руху електронів у просторі, що протиставляється руху електронів у рідинах чи твердих провідниках [156, с. 249]. В. Водовозов також говорить про електроніку як про сферу електромеханіки, що швидко зростає [231, с. 11].

Проте вітчизняні й іноземні дослідники наголошують, що електроніка є відносно новим самостійним напрямом науки й техніки, що виник на основі електротехніки, невід'ємною частиною якої вважався до 1960 року. Тому електроніка включає фізичну та технічну електроніку, остання з яких має чотири

напрями: радіоелектроніка, промислова електроніка, ядерна електроніка та біологічна електроніка.

Варто відзначити, що в англійських джерелах для позначення електроніки вживаються такі терміни, як «electronics», «electronic engineering» та «electronics engineering» (електронна інженерія), які є взаємозамінними. Для позначення дисципліни паралельно з терміном «electronic(s) engineering» застосовується також термін «electronics and communications engineering».

Аналіз наукових джерел українською та англійською мовами, професійних організацій з інженерії, сайтів закладів вищої освіти України та США показав, що термін «електроніка» (electronics та electronic(s) engineering) вживається як назва спеціальності, а також галузі науки й техніки, освітньої програми, дисципліни. Проте в англійських та українських джерелах простежуються суттєві відмінності в цьому відношенні.

В американському науковому та освітньому просторі для позначення електроніки, крім власне «electronic(s) engineering», широко застосовується термін «electrical engineering» («електротехніка»).

У багатьох джерелах наголошується на потребі розмежування двох понять: «electronics» або «electronic engineering» («електронна інженерія»), з одного боку, та «electrical engineering» («електротехніка»), з іншого. Електротехніка розглядається як інженерно-технічна дисципліна, що займається вивченням та застосуванням електроенергії, електроніки та електромагнетизму. Тобто електротехніка включає в себе різні інженерно-технічні суміжні дисципліни, однією з яких є електроніка.

Варто відзначити, що такого розмежування понять дотримуються в європейських та українських закладах вищої освіти, де відповідно простежується чітка відмінність освітніх програм або дисциплін: «електротехніка» охоплює дослідження великих електронних систем, тобто інженери вивчають засоби передачі енергії, а «електронна інженерія» вивчає електроніку як засіб передачі інформації.

В англійських джерелах, які стосуються підготовки фахівців з електроніки в США, простежується тенденція щодо вживання терміну «electrical engineering» для позначення інженерно-технічної спеціальності, яка включає в себе всі суміжні

галузі, зокрема електроніку [219]. Так, електротехніка («electrical engineering») розглядається як одна з п'яти базових галузей знань разом з хімічною інженерією, будівельною інженерією, машинобудуванням та індустриальною інженерією. При цьому зазначається, що вона є найбільшою галуззю, що включає більше, ніж 30 спеціальностей, основними з яких є електроніка, комп'ютерна інженерія, розробка систем комунікації та енерготехніка [226].

Аналіз бази даних Американської акредитаційної ради з інженерії та технологій (Accreditation Board of Engineering and Technology – далі ABET) та Акредитаційної ради закладів вищої освіти США (Council for Higher Education Accreditation) показує, що в американському освітньому просторі спостерігаються такі тенденції щодо назв акредитованих освітніх програм та спеціальностей, за якими готують фахівців з електроніки в США [93; 95].

По-перше, в Сполучених Штатах Америки фахівців з електроніки готують за освітніми програмами, які містять пряму вказівку на електронну інженерію. Така вказівка виражається за допомогою самого терміну *electronic(s) engineering*, який у назві освітніх програм вживається в сполученні зі словом «технологія» («*electronic(s) engineering technology*»). Ціла низка освітніх програм поєднує в назві дві галузі «електротехніку» («*electrical engineering*») та «електронну інженерію» («*electronic(s) engineering*»). У цьому випадку спостерігаються різні тенденції. Так, дві галузі подаються в назві через скісну лінію. Наприклад, університет штату Каліфорнії (Чіко) (California State University, Chico) пропонує освітню програму бакалаврського рівня *Electrical/Electronics Engineering*, яка дозволяє випускникам працювати за спеціальністю в декількох сферах, включаючи електроніку та цифрове проєктування [119].

У назві освітньої програми поєднуються дві галузі сполучником «and» («і») («*Electrical and Electronic Engineering*»). За такою освітньою програмою університет штату Каліфорнії (Сакраменто) (California State University, Sacramento) пропонує комбінований ступінь із спеціалізацією у двох дисциплінах: електротехніці та електроніці [119].

Як зазначалося вище, простежується загальна тенденція до вживання терміна «electrical engineering» (електротехніка) для позначення спеціальності, що включає дві галузі: електротехніку та електроніку. При цьому в назві спеціальності електронна інженерія не є експліцитно вираженою, хоча опис програми вказує, що освітня програма спрямована на підготовку фахівців з електроніки. Наприклад, на сайті університету Бредлі (Bradley University) вказано, що освітня програма «Електротехніка» (Electrical Engineering) «показує, як працюють електричні пристрої та системи, і застосовує ці знання до швидко змінної сфери електроніки» [113]. У бакалаврській освітній програмі «Електротехніка» (Electrical Engineering) Школи інженерії і прикладних наук імені Джона Полсо Гарвардського університету (Harvard John A. Paulson School of Engineering and Applied Sciences) вказується, що навчальною програмою передбачене «глибоке та обширне вивчення окремих дисциплін електротехніки» [160]. Зокрема, пропонується спеціалізація з електронних схем та пристроїв.

Назва освітньої програми поєднує електротехніку та комп'ютерну інженерію (Electrical and Computer Engineering). Таку програму на ступінь магістра пропонує університет штату Каліфорнії (Чіко). Варто зазначити, що назва програми не містить експліцитної вказівки на електроніку, однак насправді готує спеціалістів тільки з електроніки або комп'ютерної інженерії. Зокрема, в описі програми йдеться, що студенти можуть обрати між двома спеціалізаціями: отримати ступінь магістра з електротехніки та комп'ютерної інженерії зі спеціалізацією в електроніці або зі спеціалізацією в комп'ютерній інженерії [119]. Як бачимо, знову спостерігається тенденція застосування терміна «electrical engineering» для позначення електронної інженерії.

За такою самою назвою освітню програму бакалаврського рівня пропонує університет Ліпскомб (Lipscomb University). Проте студентам пропонується вибір між комп'ютерною інженерією та електротехнікою. У цьому випадку термін «electrical engineering» застосовується для позначення електротехніки та електроніки. Зокрема, опис програми містить вказівку на те, що інженер-

електромеханік (electrical engineer) проєктує та створює широке коло електричних та електронних систем [178].

Отже, в американському освітньому просторі немає чіткого розмежування між термінами «електротехніка» (electrical engineering) та «електронна інженерія» (electronic(s) engineering). Серед тенденцій щодо вживання терміну «електротехніка» в освітніх програмах американських закладів вищої освіти є його застосування для позначення електротехніки як широкої галузі, яка включає електроніку як одну з її дисциплін, та для позначення тільки електронної інженерії. Тобто електроніка позначається як власне терміном «електронна інженерія», так і терміном «електротехніка».

Оскільки об'єктом нашого дослідження виступає професійна підготовка фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США, насамперед, необхідно розрізняти зміст понять «професійна освіта» та «професійна підготовка» в Україні та США.

У сучасній педагогічній літературі професійна підготовка має вузьке та широке трактування.

У більшості джерел професійна освіта визначається як підготовка спеціалістів різних рівнів кваліфікації для трудової діяльності в одній з галузей народного господарства, науки, культури [11, с. 274-275; 66, с. 210]. При цьому наголошується, що така підготовка спеціалістів забезпечується навчальними закладами [11, с. 274]. Тобто вузьке розуміння терміну «професійна освіта» обмежує процес професійної підготовки фахівців до оволодіння певною спеціальністю та рівнем кваліфікації під час здобування освіти в навчальному закладі.

У ширшому трактуванні професійна освіта розглядається як соціальний і педагогічний процес трудової соціалізації особистості, де сама підготовка фахівців у закладах освіти є тільки одним з етапів [61]. У такому розумінні професійна освіта розпочинається з професійного визначення особистості, що передбачає орієнтацію та адаптацію майбутніх студентів у світі професій. На наступних етапах відбувається безпосередня професійна підготовка фахівців у закладах вищої освіти та після їх закінчення неперервний розвиток професійної майстерності та

компетентності. Тобто у широкому розумінні професійна освіта охоплює три етапи: професійне визначення, професійне становлення та безперервний професійний розвиток.

При цьому в порівнянні з загальною освітою професійна має свої відмінні особливості, які проявляються як у процесі здобування та формування знань, спеціальних вмінь та навичок, так і в процесі розвитку особистісних якостей, що мають відповідати обраній професії та спеціальності. Зокрема відзначається, що здобуття професійних знань включає оволодіння науковими основами й технологією певного виду трудової діяльності [11, с. 275].

Огляд наукової літератури показує, що основною тенденцією вітчизняної практики є вживання двох термінів «професійна підготовка» і «професійна освіта» як синонімів, при чому перший з них вживається для визначення професійної освіти. Як приклад С. Чуканова вважає професійну підготовку процесом здобуття кваліфікації відповідно до певної спеціальності у межах певної галузі знань, тобто мова йде про здобуття вищої освіти, що спрямоване на засвоєння основних знань та розвиток необхідних умінь для здійснення подальшої ефективної професійної діяльності [86, с. 21]. Б. Бистрова пропонує розглядати професійну підготовку фахівців як педагогічну систему, що є важливою складовою педагогічної системи вищої освіти [4, с. 66]. Дослідниця вказує на її багатогранний характер, соціальну, економічну та політичну детермінованість. Іншими словами, професійна підготовка фахівців з електроніки повинна враховувати сучасні тенденції суспільства, досягнення технічного та технологічного прогресу, потреб внутрішнього та зовнішнього ринку праці.

У тих випадках, коли джерела розмежовують ці поняття, термін «професійна підготовка» вживається для позначення спеціальних знань, умінь і навичок, досвіду, без яких неможлива ефективна професійна діяльність за певною професією. При цьому професійна підготовка охоплює як процес повідомлення цих знань та вмінь, так і власне знання, вміння та навички [68, с. 146]. Кінцевим результатом професійної підготовки є набуття або вдосконалення кваліфікації відповідно до встановлених норм на державному рівні. Г. Щекін, окрім вказаних компонентів

змісту професійної підготовки, згадує професійну спрямованість та професійну готовність [87]. Професійна підготовка розглядається з точки зору організаційних і педагогічних заходів, у результаті яких формується професійна спрямованість, та відбувається оволодіння знаннями, навичками та вміннями. Професійна готовність до певного виду професійної діяльності розглядається як домінуюча мета професійної підготовки [70]. На думку вчених, готовність визначається певним рівнем сформованості фахових та інтелектуальних знань, навичок та вмінь, трудового досвіду та норм професійної поведінки, який уможливорює успішну професійну діяльність і професійний та особистий розвиток фахівця [68; 73, с. 277].

Отже, за своїм змістом професійна підготовка охоплює професійне визначення, процес повідомлення спеціальних знань, навичок та вмінь, самі знання, навички та вміння, які стають основою певної кваліфікації, а її кінцевим результатом виступає професійна готовність.

Оскільки наше дослідження присвячене вивченню американського досвіду професійної підготовки фахівців з електроніки, вважаємо за доцільне розглянути трактування цього поняття Офісом управління кадрами США (U.S. Office of Personnel Management) [168], головної агенції з питань кадрової політики федерального уряду США. Відповідно до класифікатора посад та кваліфікаційних стандартів, затвердженого федеральним Офісом управління кадрами США посада інженера належить до категорії «Професійні та наукові посади» [144]. Одним із підтверджень професійної готовності особи зайняти посаду інженера є ступінь бакалавра з інженерної спеціальності, здобутий у навчальному закладі, який має хоча б одну освітню програму з інженерії, акредитовану АБЕТ [96]. Високі академічні досягнення під час навчання на рівні бакалаврату є достатніми для кваліфікації випускника на посаду GS-7. GS-7 – початковий розряд для інженерних та наукових посад. Тобто рівень професійної готовності визначається освітою, що відповідає знанням, навичкам та вмінням, необхідним для отримання освітнього ступеня «бакалавр». Поєднання академічної підготовки в закладі вищої освіти з професійним досвідом з мінімальною тривалістю один рік підвищує рівень професійної готовності до GS-9 [144].

У класифікаторі посад та кваліфікаційних стандартів професійний досвід відповідає «професійній діяльності, що включала нестандартні ситуації, вимагала і характеризувалася (1) професійними знаннями в галузі інженерія; (2) професійними навичками та вміннями застосовувати ці знання для вирішення реальних інженерних проблем; і (3) удосконаленні і постійний розвиток професійних знань, навичок та вмінь» [96]. Професійні знання у галузі інженерії визначаються як всебічні глибокі знання з математичних, фізичних та інженерних наук, які можна застосувати до спеціалізованої галузі інженерії, що визначають зміст 4-річної освітньої програми на ступінь бакалавра або еквівалентний йому ступінь. Професійні навички та вміння в галузі інженерії визначаються як здатність а) по-перше, застосовувати фундаментальні і різноманітні концепти, теорії, практики, що відносяться до професійної інженерії, у процесі прийняття гнучких, технологічно обґрунтованих й усвідомлених рішень для досягнення інженерних цілей; б) по-друге, адаптовувати й використовувати методи та прийоми, що належать до суміжних наукових дисциплін; в) по-третє, організовувати, аналізувати, тлумачити й оцінювати наукові дані у вирішенні інженерних проблем. Тобто, відповідно до наведених визначень професійний досвід виступає загальною категорією, яка включає професійні знання, навички та вміння [96].

Отже, узагальнивши вітчизняні та зарубіжні трактування, під «професійною підготовкою» розуміємо процес професійного визначення, здобуття знання, формування навичок і вмінь, компетентностей для формування готовності до подальшої ефективної діяльності за певною професією [3; 17; 29]. У такому розумінні «професійна підготовка фахівців з електроніки» передбачає набуття теоретичних і практичних знань та вмінь, навичок та компетентностей для успішної професійної діяльності, а саме використання технологій, матеріалів та приладів електронної техніки; конструювання, виготовлення, випробовування, монтажу та установлення, експлуатації, відновлення та модернізації електронної апаратури на основі використання сучасних схемотехнічних рішень [75].

Наступим базовим поняттям нашого дослідження є фахівець з електроніки. Відповідно до Національного класифікатора професій України (2010) ДК 003:2010

та Стандарту вищої освіти спеціальності 171 «Електроніка», по закінченню першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівня вищої освіти в Україні експертами Ю. Ямненко, С. Мещаніновим, В. Тарасюк та ін. визначаються такі професійні назви фахівців з електроніки як [75; 76]:

- технічні фахівці в галузі електроніки та телекомунікацій і охоплює професійні назви: технік, технік-конструктор (електроніка), технік-технолог (електроніка);
- професіонали в галузях інженерної справи, що включає інженерів з контролю, стандартизації налагодження й випробувань електронного обладнання, його експлуатації та ремонту тощо;
- професіонали в галузі електротехніки, електроніки та телекомунікацій, а саме інженер-електронік та інженер-конструктор електроніки.

Аналіз матеріалів міністерства праці США (U.S. Department of Labor), зокрема професійної категорії «Electrical and Electronic Engineering» [96], показав, що для позначення поняття «інженер-електромеханік» та «інженер-електротехнік» використовується такий термін як «electrical engineer», а до фахівців з електроніки – «electronics engineer», що відповідає українському поняттю «інженер-електронік». Також в англійських ресурсах зустрічається поняття «electronics technician», яке є відповідником українському «технік».

У європейському англійському просторі фахівці з інженерії позначаються термінами «engineer» (інженер), engineer technologist (інженер-технолог) та engineer technician (інженер-технік) [181, с. 27]. Дещо іншою є ситуація з назвами фахівців інженерів в американському інженерному просторі.

Роз'яснення щодо термінів, які вживаються для назви спеціалістів у США, подається в документі «Вступна частина до стандартів класифікації посад/до вимог для визначення категорії посад» (Introduction to the Position Classification Standards) [168]. Вимоги для класифікації посад були введені «Законом про класифікацію» 1949 року та кодифіковані в главі 51 розділу 5 Кодексу законів США. У вступній частині зазначається, що такі основні назви фахівців за професійним заняттям, як спеціаліст (specialist), аналітик (analyst), дослідник (investigator), інспектор (examiner), технік (technician), асистент (assistant), оператор (operator), клерк (clerk)

та помічник (aid) вживаються по відношенню до адміністративної, технічної та канцелярської діяльності. Назви фахівців, що асоціюються з професійною діяльністю, зазвичай відображають галузь занять, наприклад: інженер (engineer) хімік (chemist) і т. ін. [168, с. 9].

Професійна діяльність у наведеному вище документі визначається як робота, для виконання якої необхідні знання зі сфери науки чи навчання, які відповідним чином здобуваються в процесі професійної освіти чи підготовки, які у кінцевому результаті еквівалентні ступеню вищої освіти не нижче бакалавра певної спеціальності в межах певної спеціалізованої галузі, що відрізняється від загальної освіти [168, с. 9]. У свою чергу, технічна робота розглядається як допоміжна по відношенню до професійної чи адміністративної діяльності. На відміну від професійної, для виконання технічної роботи необхідними є досвід або спеціалізована підготовка, що визначаються нижчою кваліфікацією від тієї, яку можна отримати після закінчення коледжу [168, с. 10].

Термін «electronics technician» та «electronics aid» наводяться в розділі назв основних посад, що стосуються технічної роботи в сфері електроніки [222, с. 14]. Натомість термін «electronics engineer» подається як єдина основна назва для професійної сфери електронна інженерія «electronics engineering» [201, с. 34].

В американському просторі в освітніх програмах у галузі електроніки в частині, що присвячена майбутньому працевлаштуванню випускників спостерігаються значні розбіжності. Аналіз показує, що термін «інженер-технолог», який асоціюється з професійною діяльністю, вживається рівноцінно з термінами аналітик, технік, адміністратор і т. ін. Як приклад, в освітній програмі (ступінь бакалавра) з «Технологій електронної інженерії» Блумсбургського університету Пенсильванії (Bloomsburg University of Pennsylvania) зазначається, що за нею готують інженерів-технологів. При цьому пояснюється відмінність між технологами та техніками. Зокрема, вказується, що техніки займаються збиранням, виявленням несправностей та ремонтом обладнання, тоді коли технологи спеціалізуються на прикладному дизайні, конструюванні і проєктуванні із застосуванням інженерно-технічних методів та програмного управління [99].

В освітній програмі Університету Боулінг Грін (Bowling Green State University) зазначається, що ступінь бакалавра зі спеціальності «Технології електроніки та комп'ютерної інженерії» визнається професійним ступенем, який дозволяє подавати заявку на отримання ліцензії професійного інженера в штаті Огайо [147]. Проте серед потенційних посад у сфері майбутньої професійної діяльності випускників, крім тих, які містять слово «інженер» (інженер-електромеханік, інженер-електронік, інженер мереж, інженер служби збуту, інженер-конструктор із електроніки, інженер-системотехнік, інженер з обчислювальної техніки, інженер-технолог), вказуються менеджер проєктів, ESM/SCADA-аналітик (аналітик з систем управління двигунами та диспетчерського управління і збору даних), адміністратор мережі, науковий співробітник, технік з інженерії, керівник відділу виробництва й аналітик автоматички.

За даними освітньої програми Університету Деврі, після отримання ступеня бакалавра зі спеціальності «Технології електронної інженерії» випускники можуть посідати як посади інженера-випробувальника, технолога-випробувальника й інженера служби роботи із замовниками, так і системного аналітика, технік з електротехніки, технік з електронної інженерії, інженера-технік, технік виробництва [144].

В описовій частині освітньої програми «Технології електротехніки та електронної інженерії» Університету штату Ферріс зазначається, що здобувачі ступеня бакалавр після успішного завершення навчання можуть займати посади як інженера-технолога, так й інтегратора/спеціаліста з систем управління, розробника/конструктора виробів, розробника вбудованих систем, спеціаліста управління мереж, спеціаліста служби збуту, спеціаліста з електричних/електронних продуктів [142].

Таким чином, в освітніх програмах бакалавр з електроніки не робиться чіткого розмежування між посадами інженера та посадами, що асоціюються з технічною роботою. Натомість посади обидвох категорій вживаються рівноцінно і окреслюють різноманіття професійних кар'єрних можливостей для успішних здобувачів зі ступенем «бакалавр» у сучасному секторі електроніки.

Інша класифікація інженерів у Сполучених Штатах Америки включає дві категорії:

- динамічні інженери (dynamic engineers): здатні абстрактно мислити, розв'язувати складні проблеми на основі наукових знань, працювати в команді, співпрацювати на міжнародному та глобальному рівнях, генерувати ідеї та інновації;
- транзакційні інженери (transactional engineers): володіють фундаментальними знаннями з інженерії, але не здатні застосовувати їх для вирішення проблем [181, с. 27].
- Ключовим критерієм, який розмежовує дві групи інженерів є їхня освіта. Динамічні інженери мають ступінь не нижче бакалавра, тобто завершили чотирирічне навчання, а транзакційні інженери мають ступінь, нижчий за бакалавра, тобто асоціата (associate), молодшого спеціаліста, або кваліфікацію техника (technician) відповідно [181, с. 27].

В українській мові термін «інженерія» розглядають як похідне від «інженер». У свою чергу, слово «інженер» було запозичене з польської мови «*inżynier*» наприкінці XVII століття. На утворення терміну «інженерія» могли також вплинути відповідні слова з французької та польської мов: *ingénierie* та *inżynieria* відповідно.

За даними етимологічного словника в англійській мові слово «engineering» є похідним від «engineer», яке пов'язується із старофранцузьким «*engigneor*», запозиченим в англійську мову в середині 14 століття у формі «*enginour*» для позначення конструктора військових двигунів. У свою чергу, французьке слово є похідним від латинського «*ingeniare*», що мало значення «винахідник, конструктор». Етимологічно англійське слово «engineer» пов'язане також з латинським «*ingenium*», що означає винахідливість, майстерність [181, с. 24]. Відповідно до цього визначення інженерія асоціюється з мистецтвом. Цікавим є те, що термін «технічний» (technical) походить від грецького слова «*technikos*», яке позначає мистецтво, ремесло, вміння.

Більшість сучасних лексикографічних джерел наводять такі визначення інженерії, як: інженерна справа, інженерна спеціальність; галузь людської інтелектуальної діяльності по застосуванню досягнень науки до вирішення

конкретних проблем людства»; «використання матерії, енергії та абстрактних об'єктів для створення конструкцій, машин та обладнання, призначених для виконання конкретних функцій або вирішення конкретної проблеми [74]. Крім того, джерела описують інженерію як 1) інженерне мистецтво, інженерна справа; 2) конструювання на основі існуючих генів, молекул і т. ін. нових поєднань, які не зустрічаються в природі; 3) *розм.* Те саме, що: інженери» [19]; 1) інженерна справа, творча технічна діяльність; 2) у деяких словосполученнях: конструювання нових, не існуючих у природі органічних одиниць (спец.). клітинна і. (конструювання клітин нового типу). Генна і. (конструювання нових поєднань генів) [45]; 1) інженерне мистецтво, інженерна справа (книж.); 2) збір. Інженери (розм. Фам.) [89]. В англomовних словниках, наводять такі дефініції: 1) робота інженера або дослідження цієї роботи; 2) вивчення наукових принципів з метою конструювання або створення машин, конструкцій та інших речей, включаючи мости, дороги, транспортні засоби і будівлі» (Cambridge dictionary); 1) діяльність або функціональні обов'язки інженера; 2) а) застосування досягнень науки та математики для забезпечення використання властивостей матерії та природних джерел енергії на користь людей; б) конструювання та виробництво складних продуктів (186); 1) галузь науки й техніки, що стосується конструювання, створення та використання моторів, машин і приладів; 1.1) галузь знань або діяльність пов'язана з модифікацією або розвитком у певній сфері» (Oxford dictionary). Енциклопедія «Британіка» (Encyclopaedia Britannica). визначає інженерію як застосування науки для оптимального перетворення природних ресурсів з метою їхнього практичного використання людством.

Аналіз дефініцій дозволяє представити такі ключові визначення інженерії на рисунку 1.1:



Рис. 1.1. Сукупність визначень поняття «інженерія»

Джерело: укладено автором

У своїй сукупності ці визначення розкривають основний зміст поняття інженерія, який наводиться у спеціальній літературі.

За даними британської енциклопедії (Encyclopaedia Britannica), Рада з професійного розвитку інженерів США (Engineers' Council for Professional Development) розглядає інженерію як «креативне застосування наукових принципів для проектування або створення конструкцій, машин, апаратів, виробничих технологій чи устаткувань з метою використання їх по одинці або у поєднанні; або для конструювання та управління ними на основі знання їхньої конструкції; або для прогнозування їхньої поведінки в специфічних умовах; для всього, що стосується їхнього цільового призначення, економіки та безпеки використання».

Також науковцями інженерія визначається як галузь, дисципліна, спеціальність, професія, мистецтво, які стосуються розвитку, накопичення та застосування технологічних, наукових та математичних знань, що уможливають розуміння, конструювання, створення, винайдення та застосування матеріалів, машин, конструкцій, систем і процесів для спеціальних цілей [181, с. 24]. Саме цього визначення інженерії ми притримуємося у межах нашого дослідження.

Таким чином, в україномовному освітньо-науковому просторі фахівців з електроніки називають технік, технік-конструктор (електроніка), технік-технолог (електроніка, інженер з контролю, стандартизації налагодження й випробувань електронного обладнання, його експлуатації та ремонту тощо, а також інженер-

електронік та інженер-конструктор електроніки. Тобто ключовими термінами для позначення фахівців з електроніки є технік, технолог та інженер. В американському просторі вищої освіти для позначення фахівців з електроніки застосовують два базові терміни: «engineer» та «technologist», які є відповідниками українських інженер і технолог. Натомість, термін «technician» (технік) використовується тільки для позначення фахівців, які мають кваліфікацію нижче за ступінь бакалавра, тобто не асоціюються з закладами вищої освіти.

Порівнявши поняття в українському та американському дослідницькому просторі, в нашому дослідженні до фахівців з електроніки ми відносимо технічних фахівців та професіоналів в галузі електроніки, зокрема техніків, інженерів-конструкторів електроніки та інженерів-електроніків і застосовуємо такі англійські еквіваленти як «electronics technologist» та «electronics engineer». Тобто, в нашому дослідженні ми відносимо до фахівців з електроніки тих, хто вивчає «електронну інженерію».

Підсумовуючи визначення вітчизняних авторів, зазначимо, що фахівець з електроніки – це спеціаліст в галузі електронної інженерії, який досліджує, проєктує, розробляє або тестує електронні компоненти, схеми та системи для комерційного, промислового, військового або наукового використання з використанням знань електронної теорії та властивостей матеріалів.

1.2. Проблема підготовки фахівців з інженерної галузі у педагогічній теорії

Чинна система професійної підготовки фахівців з інженерної галузі в США складалася в епоху нового часу.

Підготовка фахівців інженерної галузі була предметом досліджень та критичного аналізу набагато частіше, ніж будь-яка інша професійна підготовка. Жодна інша освітня галузь не зазнавала таких тривалих і різких змін, як інженерія.

У педагогічній теорії США аналізувалися становлення, стан інженерної освіти, її зміни в різні часові періоди [179; 153], розглядалися очікувані результати підготовки фахівців галузі у контексті різних груп компетенцій [146].

Основні віхи в розвитку американської інженерної освіти та дискусії щодо її сутності та форм знайшли своє відображення на сторінках фахового видання «Журнал інженерної освіти» (Journal of Engineering Education), започаткованого в 1893 році Товариством з популяризації інженерної освіти (Society for the promotion of Engineering Education) [211, с. 114]. Крім цього, починаючи з 1918 року, коли Ч. Манн (Ch. Mann) опублікував перше дослідження інженерної освіти у Сполучених Штатах, звіти про стан справ у цій галузі видаються з періодичністю в 10-15 років [179].

Звіт про результати дослідження Ч. Манна (Ch. Mann) став першою вагомою публікацією про інженерну освіту в Сполучених Штатах. Метою розвідки було встановлення реального стану із забезпечення якості інженерної освіти та підготовки студентів для ефективної роботи в професії закладами інженерної освіти різного рівня [179]. За словами Генрі Парчета, на той час президента Фонду Карнегі з підвищення рівня освіти та викладання, за ініціативою та при фінансовій підтримці якого й проводилося це дослідження, головним завданням було критично оцінити введені ще за 50 років до опублікування звіту педагогічні технології інженерної освіти, включаючи навчальну програму і методи навчання, та запропонувати оновлену педагогічну складову для курсу підготовки інженерів такого рівня кваліфікації, який вимагали реалії інженерної професії того часу [195, с. v-vi]. Слід звернути увагу на те, що це дослідження здійснювалося із урахуванням точок зору всіх зацікавлених сторін: викладача, інженера, промисловця та роботодавця.

Звіт Ч. Манна (Ch. Mann) став не тільки першим своєрідним довідником про історію походження та становлення навчальних закладів інженерії в США на момент його публікації, але й окреслив цілу низку вагомих недоліків інженерної освіти на той час. Зокрема, у звіті наголошувалося на відсутності технічних предметів у навчальних програмах та необхідності введення елементів практичної підготовки майбутніх інженерів в лабораторіях і на реальних робочих місцях у різних секторах промисловості протягом всього навчання. Ч. Манн звернув також увагу на важливість підвищення рівня володіння студентами англійською мовою. Іншими вагомими завданнями, на думку Ч. Манна (Ch. Mann), повинні були стати: урегулювання вступу на інженерні спеціальності за допомогою запровадження іспитів об'єктивного характеру натомість суб'єктивного з метою зменшення

кількості відратованих студентів за неуспішність та відбору тих абітурієнтів, які б демонстрували здібності до інженерії; реорганізація навчальних програм з метою їхнього розвантаження та затвердження обов'язкових дисциплін, єдиних для всіх навчальних програм, за якими готували інженерів у різних закладах вищої освіти США [179, с. x-xi].

У публікаціях зарубіжних дослідників становлення та розвиток інженерної освіти в США часто описується в межах певних періодів, які відображають кардинальні зміни, що відбувалися в цій галузі від часу її зародження. Наприклад, Б. Сілі на основі аналізу її змісту та зв'язку з інженерною галуззю виділяє чотири важливі етапи розвитку інженерної освіти в США: 1) перехід від практичного «цехового» навчання в якості стажера до науково-орієнтованої підготовки; 2) перенесення фокусу від практичних емпіричних знань на теоретичні наукові знання; 3) стрімкий розвиток другого рівня вищої інженерної освіти (магістратури й докторантури); 4) втрата зв'язку інженерної освіти з галуззю інженерії та зміна навчальних планів з фокусом на балансі між практичним та теоретичним компонентом інженерної освіти [211, с. 115-118].

Дж. Фройд, Ф. Ванкат та К. Сміт (E. J. Froyd, C. P. Wankat, A.K. Smith) виділяють п'ять важливих віх в розвитку інженерної освіти США за останні сто років: 1) перехід від підготовки інженера із фокусом на практичному «цеховому» навчанні до освіти, що базується на науково-обґрунтованій інженерії та аналітичному мисленню; 2) перехід до освіти, спрямованої на досягнення очікуваних результатів навчання та акредитації; 3) виділення інженерного проектування як одного з ключових компонентів інженерної освіти; 4) перехід до освіти, що базується на даних досліджень, що проводяться в педагогіці, теорії навчання та соціальних і поведінкових науках; 5) перехід до запровадження інформаційних, комп'ютерних та комунікативних технологій в освіту [153, с. 1345]. При цьому науковці зазначають, що в інженерній освіті вже відбулися зміни, пов'язані з першими двома етапами, в той час, як процеси, що стосуються трьох наступних періодів, ще тривають зараз.

Як бачимо, вище наведені класифікації періодів становлення та розвитку інженерної освіти в США мають багато спільного. Обидві визначають окремим етапом процес переходу від практичної підготовки інженерів до підготовки в

освітньому середовищі. Спільним є також виділення періоду, пов'язаного із запровадженням або залученням наукових досліджень: у класифікації Б.Е. Сілі (В. Е. Seely) це розвиток другого рівня вищої інженерної освіти, в іншій періодизації зроблений наголос на залученні в освіті даних наукових досліджень. Проте перша класифікація виокремлює періоди, головним чином, на основі змін, що відбувалися у змісті навчання (тобто в центрі уваги питання «Чому?» навчаємо), у класифікації Дж. Фройда, Ф. Ванката та К. Сміта (Е. J. Froyd, С. Р. Wankat, А.К. Smith) періодизація базується на тому, які підходи й методи застосовуються (тобто центральним є питання «Як?» навчаємо) [153; 211].

Відповідно до вище наведених класифікацій першою вагомою зміною в інженерній освіті США був перехід від навчання в цехах до спеціалізованих закладів освіти. На ранніх етапах свого розвитку інженерна освіта полягала в навчанні стажерів на практиці в реальних професійних умовах, часто цехах [211, с. 115-118]. Зміна моделі інженерної освіти і її перехід від суто практичного навчання до традиційної освіти в навчальних класах була спричинена низкою факторів. По-перше, розвиток науки й техніки, поява електричних та хімічних технологій вимагали від інженерів знань з фундаментальних природничих дисциплін.

Кардинальну роль у зміні освітньої моделі інженерної галузі відіграли також соціальні чинники. Перетворення інженерної освіти відбувалося під час зародження та становлення середнього класу в американському суспільстві. Разом з інженерною освітою в цей період набували своєї сучасної форми системи професійної підготовки інших сфер, наприклад, медицини, юриспруденції, економіки. Академічні знання, які надавала університетська освіта, сприяли підвищенню авторитету та соціального статусу їхніх володарів. Представники тодішньої інженерії чітко усвідомлювали, що навчання в закладах вищої освіти буде сприяти підвищенню престижу їхньої професії в суспільстві. Ці соціальні чинники разом із проблемою, спричиненою відсутністю знань технологічного характеру, спричинили перехід до освітньої моделі, яка на виході забезпечувала формування фахівця не тільки з практичними, але й з академічними знаннями [173, с. 1018; 211, с. 116].

Сучасна американська вища інженерна школа бере свої витоки зі Школи Ренсселер (The Rensselaer School), заснованої в на початку 1830-их років в місті Трої

штату Нью-Йорка та реорганізованої Б. Франкліном Гріном за прикладом технічних шкіл Парижу в багатопрофільний політехнічний інститут.

Як вказує Е. Койл (E.Coyle), навчальний план 1850 року був розрахований на три роки і включав три блоки навчальних курсів. Перший блок складався з таких дисциплін, як англійська мова, іноземні мови і філософії, що читалися протягом всіх років навчання. Інша група предметів складалася з математики, фізики та хімії, що викладалися протягом перших двох років. На третьому році навчання студентам пропонувалися практичні курси, які включали нарисну геометрію, механіку, технічну фізику, металургію, практичну геологію, гірничу справу, геодезію, машинобудування і будівництво [126, с. 13]. Перед початком трирічної програми навчання студенти були зобов'язані закінчити перший підготовчий рік, який згодом став частиною чотирирічної програми навчання, яка існує в США по сьогодні.

В. Вікенден у звітах Американської спільноти інженерів (American Society of Engineering) відзначав, що особливістю підготовки фахівців інженерної галузі в першому американському політехнічному інституті, яка полягала в поєднанні і паралельному викладанні навчальних курсів гуманітарного циклу, математики і природничих наук та технічних предметів, залишається відмінною рисою сучасної американської інженерної освіти [232].

За прикладом політехнічного інституту Ренселер були засновані інші заклади вищої інженерної освіти, серед яких був Мічиганський університет. У складі Гарварда та Єльського університету перші школи прикладних наук почали своє функціонування в 1847 році. Проте на той час обидва заклади виявляли доволі вороже ставлення до технічних наук, що сприяло заснуванню Массачусетського технологічного інституту в 1860 році [232]. .

Як зазначає Е. Койл (E. Coyle), створення перших закладів вищої освіти інженерного профілю та закладення основ вищої інженерної освіти США було результатом ініціативи окремих людей, а першим урядовим кроком в цій сфері став Земельний закон Морілла (Morrill Land Grant Act), який містив положення про створення сприятливих умов для того, щоб промислові робітники могли здобути гуманітарну та практичну освіту за декількома професійними спеціальностями [125, с. 14]. Відповідно до закону така освіта повинна включати класичні та інші науки,

військову тактику та дисципліни тих галузей знань, що відносяться до сільського господарства механіки.

Таким чином, у сфері вищої інженерної освіти наприкінці ХІХ століття поєднання індивідуальної ініціативи окремих видатних особистостей та урядова підтримка на законодавчому рівні створили сприятливі умови для повного відходу від «цехового» практичного навчання і заснування науково-орієнтованої підготовки інженерів.

Перехід до підготовки фахівців інженерної галузі в умовах закладів вищої освіти привів до необхідності вирішення проблеми щодо співвідношення в навчальних планах між двома типами знань: знань, які набувають на практиці під час роботи з пристроями та конструкціями і теоретичних наукових знань з циклу природничих дисциплін і математики [213, с. 286].

На початку функціонування американських інститутів інженерії на потреби збільшення ваги наукових теоретичних знань наголошували окремі інженери та науковці. В. Вікенден, наприклад, у своєму дослідженні інженерної освіти США закликав до зменшення частки практичних предметів і збільшення частки тих, що забезпечували загальну підготовку з математики та природничих наук [232].

Необхідність у зміні навчального фокусу постала ще гостріше в 1920-их роках з приходом європейських інженерів, які емігрували до США та запровадили європейські підходи до навчання інженерів, зокрема, демонстрували глибокі знання з математики та вміння їх ефективно застосовувати для вирішення різноманітних інженерних проблем [153, с. 1345]. Проте, як зазначає Б.Е. Сілі (В.Е. Seely), перенесення фокусу на науковий теоретичний компонент знань відбувся лише в 1950-их роках після опублікування чергового звіту про стан інженерної освіти США (Foundational Historic Reports, 1956 р.) та запровадження щедрого фінансування фундаментальних досліджень федеральним урядом. Саме фінансова урядова підтримка стала ключовим фактором щодо виділення для технічних наук центрального місця в інженерній освіті [211, с. 117].

Урядова підтримка фундаментальних досліджень справила великий вплив на науково-дослідний компонент вищої інженерної освіти. До цього часу від викладачів інститутів та університетів інженерного профілю вимагався практичний досвід у галузі інженерії, а основним завданням підготовки студентів у цьому

відношенні була підготовка до розуміння та оперування науковими знаннями. Із посиленням фундаментальних досліджень на перший план висувається завдання не стільки розуміння та застосування наукових знань, а створення нових знань. Це, зі свого боку, послужило поштовхом до розвитку другого рівня вищої освіти в галузі інженерії: ступенів магістра та доктора філософії [211, с. 117].

Проте урядова фінансова підтримка фундаментальних досліджень мала і негативний вплив на розвиток інженерної освіти США. Перенесення уваги на наукові теоретичні знання призвела до втрати зв'язку між підготовкою фахівців і галуззю, для якої ці фахівці готувалися. Надмірна теоретизація навчання відбувалася за рахунок формування практичних професійних вмінь, у результаті чого випускники не були спроможні ефективно працювати, коли приходили на свої робочі місця.

Наприкінці 1960-их років розгорілися дискусії щодо необхідності перегляду співвідношення між практичним та теоретичним компонентами освітніх програм та повернення інженерного проектування до навчальних планів, а також відновлення співпраці між бізнес корпораціями, інженерною галуззю та закладами вищої освіти, що готують її фахівців [211, с. 117].

Останнім поштовхом до втілення необхідних змін послужив процес акредитації та прийняття нових акредитаційних критеріїв АБЕТ у 1997 році під назвою «Критеріїв підготовки фахівців з інженерних спеціальностей» (Engineering Criteria, скорочена назва – EC2000). На відміну від попередньої версії, відповідно до якої необхідними умовами для акредитації освітньої програми були навчальний план, відповідний викладацький склад та матеріальна база, нові акредитаційні критерії роблять акцент не на тому, що навчається, а на результатах підготовки. Зокрема, нові критерії визначають 11 результатів навчання, за якими в освітніх програмах мають оцінюватися та демонструватися вміння студентів [92]. Перенесення фокусу на очікувані результати навчання справило значний вплив на зміст та якість інженерної освіти в США, тому Дж. Фройд, Ф. Ванкат та К. Сміт виділяють перехід до освіти, спрямованої на досягнення очікуваних результатів навчання та акредитації, окремим етапом її розвитку, як було зазначено вище [153, с. 1345].

У 2006 році за ініціативою АВЕТ було проведено дослідження ефективності нових інженерних критеріїв підготовки фахівців ЕС2000. Дослідження базувалося на двох основних питаннях [92, с. 10]:

- Який вплив мали критерії ЕС2000 на результати навчання за освітніми програмами, акредитованими АВЕТ; та
- Який вплив мали критерії ЕС2000 на організацію навчального процесу, освітню політику та методику підготовки фахівців галузі інженерії, що могло, в свою чергу, вплинути на результати навчання.

Відповідно до результатів досліджень навчальні плани освітніх програм з інженерії змінилися кардинально після запровадження нових критеріїв ЕС2000. Проте відмінною особливістю цього процесу стало те, що практично жоден заклад вищої освіти не зменшив частку класичних і фундаментальних дисциплін (математики, природничих і технічних наук). Основні зміни, стосуються професійних вмінь та знань, що визначаються третім критерієм результатів навчання (criterion 3.a-k), і проявляються у суттєвому збільшенні ваги тих компонентів підготовки фахівців, які забезпечують їхнє формування. Так, критерій 3 складається з 11 результатів навчання, що подаються нумерованим списком від англійської літери «а» до «к» (укр. відповідник а-и), звідси і назва «Criterion 3.a-k», яка часто використовується у фаховій літературі [92]:

- а) здатність застосовувати знання математики, природничих та технічних наук;
- б) здатність розробляти та проводити експерименти, аналізувати та інтерпретувати дані;
- в) здатність спроектувати систему, компонент або процес з метою задоволення певних потреб в умовах існування реальних обмежень економічного, екологічного, соціального, політичного й етичного характеру та тих, які пов'язані з охороною здоров'я, можливостями виробництва (технологічністю) та сталим розвитком;
- г) здатність працювати в багатопрофільній команді;
- г) здатність визначати, формулювати та вирішувати інженерні проблеми;
- д) розуміння професійної та етичної відповідальності;
- е) ефективні комунікативні вміння;

є) наявність освіти широкого профілю, необхідної для розуміння впливу інженерних (технічних) рішень в глобальному, економічному, екологічному та суспільному контексті;

ж) визнання необхідності та здатність навчатися протягом всього життя;

з) обізнаність з сучасними проблемами;

и) здатність використовувати технічні прийоми, вміння та сучасні технічні засоби, необхідні в практичній діяльності інженера.

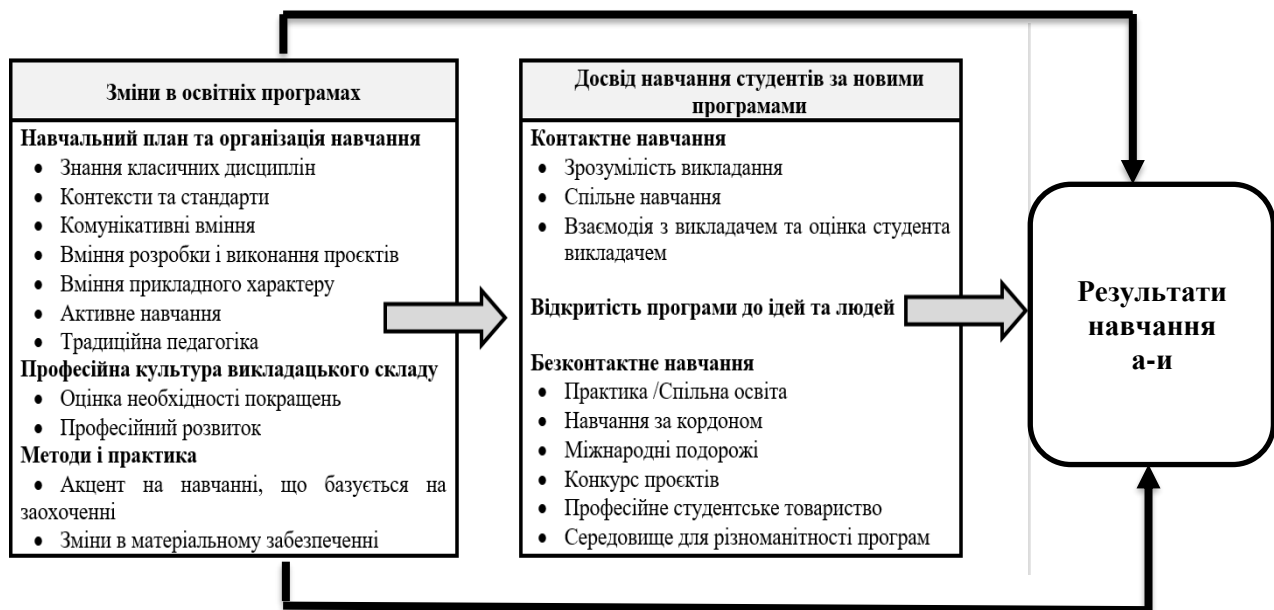


Рис 1.2. Модель співвідношення змін в освітніх програмах до результатів навчання, визначених новими до інженерними критеріями підготовки фахівців EC2000

Джерело: перекладено автором [92, с. 3]

Модель співвідношення змін в освітніх програмах до результатів навчання, визначених новими інженерними критеріями EC2000, графічно зображена на рис.1.2.

Як бачимо, зміни в освітніх програмах є взаємопов'язаними з процесом навчання студентів, що, в свою чергу, позначається на результатах навчання. Серед компонентів, які зазнали змін в освітніх програмах і мали істотний вплив на аудиторну та поза-аудиторну діяльність студентів, були ті, що стосуються навчального плану, організації і здійснення навчального процесу, професійної культури викладацького складу і методики викладання. Зокрема, за даними дослідження, позитивний вплив на навчання студентів мали зосередження уваги на класичних дисциплінах, виконання завдань, що сприяють формуванню вмінь

розробляти та виконувати проєкти, елементи активного навчання та оцінка викладачів свого професійного рівня і т. ін. Крім цього, позитивний вплив на якість викладання дисциплін має також сам процес формулювання результатів.

На думку науковців, визначення очікуваних результатів курсу покращує сам курс [111]. Загалом, нові акредитаційні вимоги EC2000 є більш гнучкими у порівнянні з попередньою системою акредитації, оскільки зорієнтовані на досягнення індивідуальних результатів навчання та дозволяють модифікувати навчальні програми на основі зворотного зв'язку із студентами [153, с. 1345].

Варто відзначити, що приведення освітніх програм з інженерії до новим акредитаційних вимог не відбулося за рахунок зменшення питомої ваги теоретичного компоненту, що складають класичні та фундаментальні науки. Наявність великої кількості кредитів з гуманітарних та суспільних наук в навчальних планах завжди було відмінною рисою американської вищої освіти в галузі інженерії [125, с. 15].

Включення гуманітарних дисциплін як невід'ємної частини навчальних планів з інженерних спеціальностей має давню історичну традицію. Ще в 1939 році в традиційному звіті з дослідження стану інженерної освіти США під назвою «Цілі та обсяг навчального плану з інженерії» (Aims and Scope of the Engineering Curriculum) дослідники висунули рекомендації, відповідно до яких для гуманітарних та суспільних наук потрібно відвести не менше 20% навчального часу, при чому вони мають розподілятися таким чином, щоб хоча б один курс із цього циклу читався протягом усіх років навчання. Невдовзі ця рекомендація стала нормативною вимогою, відповідно до якої кожен семестр із восьми повинен включати один курс із гуманітарно-суспільного циклу. Серед них найбільш важливими для інженерів вважалися три дисципліни: розробка технічної документації, економіка та історія. Вважалося, що навчання основ написання технічної документації сприяло формуванню письмових комунікативних вмінь. Економіка була необхідна інженерам для того, щоб легко вливатися у великі бізнес корпорації. Щодо історії, інженерам викладали історію розвитку науки й техніки [192, с. 120].

На важливості гуманітарної освіти наголошувалося і в наступних звітах 1955 року та 1956 року. Зокрема, зазначалося, що інженер повинен бути добре освіченою людиною, обізнаним громадянином з високими культурними цінностями і

моральними нормами, і також, що гуманітарні й суспільні науки, так само як природничі й технічні, формують основу для майбутнього розвитку студента. На думку дослідників, включення до навчальних планів курсової роботи з суспільних наук допомогло б студентам-інженерам розвинути навички спілкування та зрозуміти суспільну роль технологічного розвитку [109].

Варто відзначити, що серед 11 результатів навчання, визначених новими акредитаційними критеріями ЕС2000, принаймні половина може бути досягнуто завдяки вивченню гуманітарних і суспільних наук, а саме: комунікативні вміння, вміння командної роботи, обізнаність із проблемами сьогодення і т. ін. Це є ще одним доказом того, що гуманітарно-суспільному компоненту надається велике значення в сучасній освіті в галузі інженерії [92, с. 121].

Відповідно до класифікації етапів становлення та розвитку інженерної освіти США, запропонованої Дж. Фройдом, Ф. Ванкатом та К. Смітом (E. J. Froyd, S. P. Wankat, A.K. Smith), важливою зміною в наповненні навчальних програм стало також переосмислення ролі інженерного проєктування, яка протягом тривалого часу була применшена через те, що занадто велика увага приділялася фундаментальним наукам [153, с. 1346]. На сучасному етапі інженерне проєктування вважається одним із ключових компонентів інженерної освіти [136].

Відповідно до результатів дослідження ефективності нових критеріїв ЕС2000, істотний вплив на формування професійних вмінь та готовності вступати у практичний світ професії випускника мали такі елементи контактного навчання, як чіткість та ясність викладання, можливість спільного навчання з іншими студентами та співпраця з викладачами та постійна оцінка їхніх успіхів та невдач викладачами.

Важливими елементами в підготовці фахівців інженерної галузі є створення умов для проходження практики, участі у конкурсах проєктів та професійних студентських товариствах й асоціаціях. Проте, за даними дослідження, вагомість безконтактної підготовки була значно меншою, аніж контактне навчання.

За результатами дослідження запровадження інформаційних та комп'ютерних технологій в інженерну освіту США знайшло своє відображення у зміні системи форм і методів навчання, найвагомішими серед яких вважаються: онлайн навчання, яке прийшло на зміну теле- та відео-лекціям; поетапна самостійна підготовка з тестуванням наприкінці кожного етапу; залучення студентів до оцінювання

навчально процесу, симуляції, «кепстоун-проектів» (capstone projects), використання віддалених лабораторій і т. ін. [153, с. 7].

Загалом, результати дослідження свідчать, що зміни в освітніх програмах інженерних спеціальностей відповідно до нових інженерних критеріїв підготовки фахівців EC2000 спричинили позитивний вплив на результати навчання. Важливо відзначити, що серед різних компонентів освітніх програм інженерії, які визначають процес підготовки фахівців цієї галузі, найбільш вагомий вплив мали ті, що безпосередньо відносяться до навчання в аудиторіях, тобто різні елементи контактного навчання. Висновки проведеного дослідження свідчать також про те, що зміна освітніх програм та планів відповідно до нових акредитаційних критеріїв EC2000, забезпечила формування у випускників інженерних спеціальностей формування професійних вмінь з одночасним збереженням знань технічного та наукового характеру, які забезпечувалися традиційною інженерною освітою до 2000 року [92, с. 7].

Варто відзначити, що незважаючи на зміни, які відбулися в інженерній освіті протягом століть, багато з труднощів і проблем залишаються незмінними. Для сучасної освіти в інженерній галузі все ще актуальними є питання змісту освітніх програм, їхньої тривалості, балансу теоретичного та практичного компонентів, питомої ваги спеціалізованих курсів та дисциплін загальної підготовки, а також відповідності освітніх програм та результатів навчання реальним потребам інженерної галузі.

Одним із ключових завдань сучасної освіти в галузі інженерії США є підготовка до майбутнього, яка полягає в першу чергу в передбаченні тих викликів суспільства, з якими будуть стикатися інженери, та підготовка фахівців, які будуть здатні їх ефективно вирішувати. З огляду на це одним із актуальних питань сучасної інженерної освіти США є визначення змін, які необхідно здійснити в галузі інженерної освіти США, щоб забезпечити її ефективне функціонування у 21 столітті. Основні напрями змін, яких потребує сучасна американська освіта в галузі інженерії, були вказані ще в 2010 році в пояснювальній записці до звіту проекту «Підготовка інженера 2020 року» (Educating the Engineer of 2020) Національної інженерної академії США (National Academy of Engineering) [192]. Зокрема, рекомендації, висловлені в документі стосуються таких аспектів вищої освіти в

галузі інженерії, як ступені вищої інженерної освіти та їхній зміст; акредитація освітніх програм, які пропонують заклади вищої освіти США у галузі інженерії; вміння інженера 21 століття; роль інженерної освіти в суспільстві; методика підготовки фахівців з інженерної галузі і т. ін.

Щодо системи ступенів вищої освіти у звіті рекомендується вважати ступінь бакалавра природничих наук ступенем доінженерної підготовки або ступенем «інженера-практиканта/стажера» («engineer in training»), а ступінь магістра ступенем «професійного інженера». Крім цього, у звіті зазначається, що інститути повинні заохочувати вітчизняних студентів продовжувати навчання для отримання ступенів магістра та доктора філософії з інженерних спеціальностей [192, 2-3]. Визнається необхідність в акредитації освітніх програм обох рівнів: бакалаврату та магістратури. На першому рівні вищої освіти рекомендується узгодити два типи освітніх програм: дворічні програми ступеню асоціата (associate), або молодшого спеціаліста в українському контексті, та чотирирічні програми ступеню бакалавра, щоб уможливити перезарахування кредитів, які студент отримує в коледжі, інститутом чи університетом.

У звіті зазначається універсальний характер критеріїв EC2000 ABET та їх внесок у приведення у відповідність вмінь випускників-інженерів до реальних вимог інженерної галузі, і розробки навчальних програм на їхній основі. Також наголошується, що програми повинні розроблятися таким чином, щоб забезпечити представлення істотних аспектів інженерної спеціальності вже на ранніх роках навчання на ступінь бакалавра [92].

Також, у звіті наголошуються на необхідності створення умов для підготовки фахівців-інженерів, які будуть володіти не тільки знаннями з ключових галузей та вміннями вирішувати реальні проблеми, але будуть здатні продовжувати навчання самостійно упродовж всього життя, оскільки сьогодні неможливо передбачити ті проблеми і утруднення, які потрібно буде вирішувати випускники інженерних спеціальностей навіть у найближчому майбутньому. Тому для ефективного функціонування надзвичайно важливою є їхня здатність самостійно навчатися.

Одним із завдань закладів вищої освіти в галузі інженерії повинна стати їхня активна участь у забезпеченні технологічної грамотності суспільства та кращого розуміння технологічних процесів, а також співпраця із школами для забезпечення

належного рівня освіти з математики, дисциплін природничого та технологічного циклу протягом дванадцяти років шкільної освіти [187, с. 308]. Ця рекомендація співпадає з положеннями, які були викладені у звіті, опублікованому ЮНЕСКО щодо сучасного стану інженерної галузі в цілому, та освіти зокрема, у європейському просторі (2010 рік). Так, серед основних завдань інженерів, які працюють у сфері вищої освіти вказувалося поширення технологічних знань, сприяння глибшому розумінню суспільством технологічних процесів та збільшення обізнаності суспільства з перевагами і недоліками технологічного процесу [187, с. 308].

Ще одним аспектом, який потребує змін у сфері підготовки фахівців інженерної галузі в США, є методика навчання. Так, у звіті наголошується на важливості включення у процес навчання реальних ситуаційних завдань та прикладів із інженерної галузі і їхнього використання як одного з провідних методів навчання. У фаховій літературі висувуються також пропозиції щодо радикальних змін існуючої моделі інженерної освіти США. Зокрема, Г. Калонджі вважає, що підготовка фахівців інженерної галузі потребує фундаментального перетворення і пропонує участь студентів у багатопрофільних, мультикультурних та міждисциплінарних інженерних проєктах як альтернативу освіти, що базується на навчальних курсах [170, с. 147].

На Всесвітньому економічному форумі в Давосі (Швейцарія) в січні 2016 року було оголошено про початок поступового переходу людства до Четвертої промислової революції. При цьому було сформульовано рейтинговий список умінь людей (Skills), які будуть найбільш затребуваними для здійснення цієї революції на середньостроковому часовому горизонті до 2020 року порівняно з потребами 2015 року (таблиця 1.1) [83, с.16].

Таблиця 1.1

Рейтинг умінь людей (Skills) на часовому горизонті до 2020 року

Рейтинг умінь	Уміння (Skill) (2015 рік)	Рейтинг умінь	Уміння (Skill) (2015 рік)
1	Комплексне (системне) вирішення проблем	1	Комплексне (системне) вирішення проблем
2	Взаємодія з людьми	2	Критичне мислення
3	Управління людьми	3	Креативність
4	Критичне мислення	4	Управління людьми
5	Вміння вести переговори	5	Взаємодія з людьми

Продовження Табл. 1.1

6	Управління якістю своєї праці та праці інших людей	6	Емоційний інтелект (уміння управляти своїми емоціями, розуміти і управляти емоціями інших людей)
7	Клієнтоорієнтованість	7	Формування власної думки і вміння приймати рішення
8	Формування власної думки і вміння приймати рішення	8	Клієнтоорієнтованість
9	Вміння вислуховувати людей і активно реагувати	9	Уміння вести переговори
10	Креативність	10	Гнучкість розуму — обдумування декількох проблем одночасно

Джерело: [83, с.16]

Таким чином, прогнозується, що в інженерній освіті першу позицію посідатиме комплексне (системне) вирішення проблем, а критичне мислення та креативність підвищать свою значущість та будуть знаходитися у трійці лідерів професійних якостей у найближчому майбутньому. Відтак, закладам вищої технічної освіти, необхідно удосконалювати програми підготовки фахівців інженерної галузі з урахуванням сучасних світових тенденцій.

1.3. Методологія дослідження професійної підготовки фахівців з електроніки у США

Однією з найважливіших проблем вищої школи України є тривале падіння якості освітніх послуг. За словами М. З. Згуровського, «в масовому вимірі освіта стала менш якісною, а переважна більшість випускників вищих навчальних закладів (особливо нових) не конкурентноспроможна на європейському ринку праці» [21]. Подібні дані наводять експерти дослідження «Форсайт 2018», відповідно до результатів якого на сьогодні у секторі вищої освіти України спостерігається значний розрив між наявною якістю підготовки фахівців та тим рівнем освіченості й вмінь, які затребувані високотехнологічним ринком праці в глобальному вимірі [83, с. 15]. Як результат, спостерігається велика кількість фахівців з дипломами, серед яких частка тих, які є конкурентноспроможними на міжнародному рівні, незначна. Така ситуація, перш за все, пояснюється втратою таких значних показників української вищої освіти, як фундаментальність, системність та практична спрямованість [24, с. 121].

З огляду на окреслені проблеми сектору вищої освіти України особливо актуальним постає вивчення досвіду професійної підготовки фахівців за кордоном. При цьому важливим завданням визначення наскільки і в яких формах можливе використання зарубіжного досвіду в окремо взятій професійній галузі вищої освіти [88, с. 2]. Беручи до уваги, що предметом нашого дисертаційного дослідження є американський досвід підготовки фахівців з електроніки, основною проблемою стає вивчення цього досвіду і визначення того наскільки можливим і яким чином є запровадження досвіду США у сфері підготовки фахівців з електроніки в українських закладах вищої освіти.

На цьому етапі необхідно окреслити методологічну основу наших наукових пошуків. Розробка методологічної програми дослідження є одним із важливих кроків наукового пошуку, оскільки така програма визначає загальний хід та засоби проведення наукового дослідження. Зокрема, методологія відповідає за [20]:

- визначення тієї інформації, яку потребує науковець для вирішення основної проблеми дослідження або підтвердження чи спростування його гіпотези;
- вибір найбільш потрібних джерел інформації;
- критичну оцінку найефективніших шляхів збору даних;
- окреслення структури дослідження; та
- аналіз потенційних позитивних моментів чи недоліків вибраної структури дослідження.

У науковій літературі не існує єдиного загальноприйнятого визначення порівняльної педагогіки, яка вважається відносно новою наукою в Україні, що не має чітко окреслених теоретико-методологічних засад, предмета і дослідницьких завдань. З цього приводу науковці погоджуються, що єдиним положенням у цій науці, з яким погоджуються всі дослідники є те, що: «не існує узгодженого визначення, не існує чітко погоджених правил щодо параметрів компаративних досліджень, і не існує загальноприйнятих цілей для проведення компаративних досліджень...», а вивчення порівняльної педагогіки як науки потрібно розпочинати із компаративного дослідження великої кількості її визначень. Більшість опублікованих праць у царині порівняльної педагогіки стосуються опису досвіду зарубіжних країн, натомість кількість праць, які б висвітлювали методологічні аспекти порівняльних досліджень, є малою [8, с. 119].

За спостереженням Г. П. Щуки, у навчальних посібниках з порівняльної педагогіки та спеціалізованих енциклопедіях ця галузь знань визначається у формулюванні зарубіжних дослідників [88, с. 4]. Наприклад, А. А. Сбруєва в навчальному посібнику «Порівняльна педагогіка» розглядає її у трактуванні Б. Л. Вульфсона та Х. В. Даела [69, с. 29-31]:

За Х. В. Даелом: Порівняльна педагогіка – це: а) міждисциплінарна складова педагогічної науки; б) яка вивчає педагогічні явища і факти; в) у взаємозв'язку з соціальним, політичним, економічним і культурним контекстом; г) у їх порівнянні за принципами подібності і відмінності в двох чи більше регіонах, континентах або ж загалом у світовому вимірі; д) з метою усвідомлення унікальних особливостей власної освітньої системи та встановлення загальних чи універсальних законів (фактів) і цінних і корисних для цієї системи; е) з метою її вдосконалення [69, с. 30].

За Й. Л. Вульфсон, предметом порівняльної педагогіки як окремої галузі науково-педагогічних знань є стан, основні напрями, тенденції та закономірності розвитку освіти у різних країнах, геополітичних регіонах та у глобальному масштабі. Завданнями порівняльної педагогіки є: розробка науково обґрунтованих критеріїв для адекватної оцінки якості та ефективності системи освіти у країні, регіоні, у глобальному масштабі; уніфікація та впорядкування термінологічного апарату; виявлення глобальних закономірностей та тенденцій розвитку освіти, властивих системі освіти в різних країнах, та аналіз їхньої національної варіативності; здійснення прогностичних функцій [9, с. 33-36].

За І. Кандем (I.Kande) , компаративна педагогіка є ніщо інше, як порівняння різних філософій освіти, яке базується не тільки на теорії, але використовує аналіз поширених освітніх практик [172]. Подібне трактування належить Ф. Гуду, проте (F. Good) у своєму визначенні дослідник наголошує на меті проведення компаративних досліджень: наука, яка займається порівнянням освітніх теорій і практик у різних країнах з метою розширення і поглиблення розуміння суті освітніх проблем [155].

М. К. Болін (M.K. Volin) визначає порівняльну педагогіку як дослідницьку концепцію, яка використовує компаративний метод для вивчення схожих і відмінних явищ в освітніх системах та практиках, включаючи порівняльний аналіз систем різних країн [112, с. 17].

На думку Р. Арнов, Ф. Алтбач і Дж. Келі (R. F. Arnow, P. G. Altbach, G. P. Kelly), спільною рисою компаративних педагогічних досліджень, яка об'єднує їх в одну науку, є переконання в тому, що освіту можна удосконалювати і що вона спроможна спричинити зміни на краще у всіх країнах [100, с. 3].

Відсутність єдиного загальноприйнятого трактування порівняльної педагогіки безпосередньо пов'язано з іншою методологічною проблемою – великим різноманіттям визначення її предмета [117, с. 97]. Аналізуючи різні підходи вчених до визначення предмета порівняльної педагогіки, С. Сисоева наводить конкретні явища та процеси, які найчастіше обираються предметом порівняльних педагогічних досліджень [70, с. 19]:

- стан, тенденції та закономірності розвитку світового педагогічного досвіду, його позитивні й негативні аспекти, співвідношення загальних тенденцій і національної або регіональної специфіки, (З. Н. Курлянд, О. С. Цокур, І. М. Богданова та ін.)

- стан, тенденції і закономірності розвитку сучасних національних педагогічних культур; форми і способи їхнього взаємозбагачення (Б. Л. Вульфсон, З. А. Малькова);

- стан, основні тенденції, закономірності розвитку, типологія систем освіти в різних країнах, геополітичних регіонах і в глобальному масштабі (Р. Пахочинський), тобто на глобальному, регіональному та локальному рівнях, порівняння міжнародного та вітчизняного педагогічного досвіду з метою взаємозбагачення національних освітніх культур (О. М. Галус., Л. М. Шапошнікова);

- управління освітою та її фінансування (Р. Пахочинський);
- структура освітніх систем (Р. Пахочинський);
- освіта як процес і результат (Р. Пахочинський);
- порівняння й узагальнення шкільного педагогічного досвіду країн з яскраво вираженими відмінностями (А. Н. Джуринський) та управління шкільництвом у країнах Європейського Союзу (Р. Пахочинський);

- моделі вищої школи в Європі (Р. Пахочинський);
- підготовка вчителя в найбільш розвинутих країнах Європейського Союзу (Р. Пахочинський);

- освітня політика та освітнє право (Р. Пахочинський);

- окремі методичні категорії, такі як цілі навчання та їх педагогічний зміст, методи навчання (Р. Пахочинський);

- якість підручників (Р. Пахочинський);

- учасники педагогічного процесу (Р. Пахочинський);

окремі проблеми, наприклад, розподіл годин чи терміни відпусток (Р. Пахочинський) [70, с. 19]:

Як відзначає А. А. Сбруєва, підсумовуючи попередній досвід, залежно від предмета аналізу наукові пошуки педагогів-компаративістів можуть стосуватися явищ і процесів у таких галузях, як: школознавство (форми і методи управління освітою, принципи організації мережі навчальних закладів, фінансування освіти і т. ін.); дидактика (зміст, форми та методи навчання та шляхи їхньої модернізації); система виховання та соціалізації підростаючого покоління (зміст та методи морального виховання, взаємодії школи, сім'ї та церкви, роль засобів масової інформації у процесі соціалізації тощо); сімейне виховання; система безперервної освіти; діяльність міжнародних освітніх організацій; міжнародне освітнє право; педагогічні концепції, що покладені в основу реформування освітніх систем [69, с 31].

Як бачимо, предмет порівняльно-педагогічних досліджень стосується різних явищ та процесів в освіті, педагогічному процесі, що можуть розглядатися у різних аспектах. Крім цього, предмет не є абсолютно стабільною категорією з огляду на свої основні характеристики, які змінюються під впливом різноманітних зовнішніх чинників (економічна і політична ситуація, історична епоха і т. ін.), а також розвитку наукового знання.

З огляду на ці основні характеристики предмета компаративних педагогічних досліджень аналіз освіти будь-якої країни й її порівняння із системами інших країн, вимагає виходу за межі суто педагогічного розгляду та застосування даних, джерел, теоретико-методичного інструментарію суміжних наук: культурології, соціології, політології, економіки і т. ін. Як слушно зауважує С. Сисоєва, коло питань, які може вирішити порівняльна педагогіка, застосовуючи лише свій науково-методологічний апарат, є вузьким [70, с.18]. У цьому контексті особливо важливим постає зв'язок порівняльної педагогіки із галузями знань, що прямо чи опосередковано стосуються історії, культури, соціально-політичного устрою та економічного розвитку країни,

освіта якої розглядається. Усі названі чинники слугують своєрідним контекстом, який визначає розвиток освіти, тому повинні враховуватися при розгляді досліджуваних освітніх систем. Отже, усе сказане вище переконливо доводить, що порівняльна педагогіка має міждисциплінарний характер.

Іншою особливістю порівняльної педагогіки як науки є те, що залежно від завдань і функцій, які виконуються в межах певних компаративних досліджень, вона може бути як фундаментальною, так і прикладною. Як фундаментальна галузь знань порівняльна педагогіка вивчає сфери буття і мислення, прямо пов'язані із практикою освіти і виховання. Проте співставлення зарубіжного досвіду із власними проблемами освіти дозволяє знайти оптимальні шляхи їхнього вирішення, що надає дисципліні виразного прикладного значення [8, с. 121].

Предмет нашого дисертаційного дослідження організаційно-методичні засади професійної підготовки фахівців з електроніки США у закладах вищої освіти вивчається нами з метою пошуків ефективних шляхів впровадження американського прогресивного досвіду в цій галузі в Україні. Отже, досягнення мети передбачає глибше дослідження явища в освітньому просторі США, аналізу його в Україні, з метою порівняння й виявлення подібних та відмінних ознак, а серед них тих, які можуть бути використані з досвіду США у процесі професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні.

Оскільки при розгляді предмету аналізуються та обґрунтовуються різноманітні чинники, які впливають на розвиток та функціонування системи вищої освіти в галузі підготовки фахівців з електроніки в двох країнах, наше дисертаційне дослідження проводиться в межах міждисциплінарного підходу. Міждисциплінарність зумовлюється аналізом різних чинників, без урахування дії яких комплексне і всебічне вивчення досліджуваного явища не є можливим. Отже, серед важливих чинників, які беруться до уваги при дослідженні професійної підготовки фахівців з електроніки у США та аналізі її в Україні, є освітня політика кожної з держав, економічна ситуація, культурні особливості та традиції, що стосуються організації професійної підготовки, правова складова.

Одним із чинників, який впливає на професійну підготовку фахівців з електроніки, є освітня політика у секторі вищої освіти в США та Україні. Зокрема, законодавчі й нормативні документи щодо визначення понять та стратегій

реформування вищої освіти України, законодавчі й нормативні документи щодо активізації наукової діяльності та поглиблення її взаємодії з навчальним процесом в університетах; закони, законодавчі й нормативні документи, концепції, програми щодо системи та проблем вищої освіти в США; нормотворчі документи міністерства освіти США щодо вищої освіти за 2017-2020 роки, стандарти, документи Американської акредитаційної ради з інженерії та технологій (дані OECD) та IEEE; освітні бази даних; американська та світова періодика тощо.

Питання формування змісту підготовки фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США, а також форм, методів підготовки та організації їхньої науково-дослідницької діяльності розглядаються на основі аналізу освітніх програм, за якими здійснюється підготовка фахівців з електроніки закладами вищої освіти США. Відповідні освітні програми є основою для аналізу проблеми професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні.

Організація та мережа закладів вищої освіти, у яких здійснюється підготовка фахівців з електроніки в США, розглядаються на фоні аналізу їхньої національної специфіки, що відображає традиції та історичні особливості розвитку системи вищої освіти в США. Зокрема, відзначається, що для американської системи вищої освіти є характерним відсутність єдиного уніфікованого поняття, яке відповідає закладу вищої освіти, а професійну підготовку фахівців здійснюють усі освітні структури, які готують випускників за програмами, після успішного виконання яких вони отримують ступені. Іншою національною специфічною рисою сектору вищої освіти США є класифікація закладів вищої освіти Фонду Карнегі, яка дозволила упорядкувати різнорівневі та різнотипові заклади вищої освіти США і представити їх у вигляді системи, що вміщує шість категорій [122; 123].

Вплив економічних чинників чітко простежується при аналізі професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні та окреслення перспективних напрямів застосування американського досвіду. Для обґрунтування необхідності звернення до та вивчення системи професійної підготовки спеціалістів у сфері електронної інженерії в США використовуються дані досліджень «Форсайт 2018», Всесвітніх економічних форумів у Давосі [83]. На основі проаналізованих даних визначаються основні тенденції функціонування вищої школи України, які впливають на рівень конкурентноспроможності нашої країни та мають пряме чи опосередковане

відношення до галузі електронної інженерії. Значна увага звертається на вимоги до рівня освіченості та вмінь, які висуває до персоналу високотехнологічний ринок праці у глобальному масштабі, з огляду на забезпеченість такими фахівцями основних кластерів економіки України. Взаємозв'язок вищої освіти й науки з рівнем економічного та технологічного розвитку країни аналізується в контексті Четвертої промислової революції, проголошеної Давоськими економічними самітами 2015-2016 років, на основі чого окреслюється низка важливих кроків у секторі професійної підготовки фахівців з електроніки. Робиться висновок, що професійна підготовка фахівців у відповідності з вимогами до рівня освіченості та розвитку компетенцій високотехнологічного ринку праці є необхідною умовою перетворення України із аутсорсингової країни на високотехнологічного світового лідера [233].

Проблема комерціалізації науково-технічних розробок розглядається у контексті інноваційної економіки, дослідницького університету як одного із закладів вищої освіти й охорони інтелектуальної власності, а, отже, в аспекті аналізу економічних, освітніх та юридичних складових. Зокрема, аналізується рівень інноваційної активності закладів вищої освіти США, які готують фахівців з електроніки, основні механізми й структури її реалізації, а також правові норми і закони, що регулюють трансфер знань на федеральному рівні та у межах кожної освітньої установи, що розглядається.

Наше дисертаційне дослідження професійної підготовки фахівців з електроніки американськими закладами вищої освіти має фундаментально-прикладний характер. Його прикладне значення реалізується через положення Б. Л. Вульфсона про двоступінчатість порівняльно-педагогічного аналізу: перший етап присвячений розглядові системи освіти однієї із зарубіжних країн; дослідження наступної фази будується на бінарних співставленнях [9, с. 123]. При цьому можливі декілька типів бінарних співставлень: вітчизняна система освіти і зарубіжна; системи освіти двох зарубіжних країн. Бінарні порівняльно-педагогічні дослідження мають багато переваг у прикладному плані, оскільки дозволяють провести глибокий і детальний компаративний аналіз освітніх систем в історично-культурному та соціально-політичному контексті та визначити ті аспекти зарубіжного досвіду, які є корисними для застосування у контексті вітчизняної освіти.

Наше дисертаційне дослідження будується на бінарному співставленні освітніх систем з огляду на професійну підготовку фахівців з електроніки двох країн: США та України, при чому американська система вищої освіти виступає предметом дослідження. Отже, можна констатувати, що наше дослідження відноситься до типу досліджень з зарубіжної педагогіки, у якому здійснюється перенесення вивченого досвіду в Україну. Саме такий підхід потребує аналізу досліджуваного явища в Україні.

На першому етапі наш науковий аналіз зосереджений на теоретичних засадах професійної підготовки фахівців у галузі електронної інженерії в США та її організаційно-методичних засадах. Зокрема, розглядають поняття першої групи («професійна освіта», «професійна підготовка», «інженерія») та другої («електроніка», «електронна інженерія», «електротехніка», «фахівець з електроніки») в науковому просторі США та України. Значна увага приділена вивченню організації та мережі закладів вищої освіти США, що функціонують у вказаному секторі, особливостей формування змісту, форм, методів професійної підготовки та організації науково-дослідницької діяльності фахівців з електроніки. Одним із питань, які досліджуються на першому етапі, є також комерціалізація науково-технічних розробок в США.

Дослідження американського досвіду професійної підготовки фахівців у галузі електронної інженерії базується на теоретичному аналізі та синтезі інформації, яка була отримана у результаті вивчення джерельної бази. Для досягнення мети дослідження та вирішення поставлених завдань були використані нормативні документи університетів та коледжів, освітні програми.

Вибір освітньої системи США був зумовлений цілою низкою об'єктивних факторів: заклади вищої освіти США займають перші місця у світових системах ранжування у секторі підготовки фахівців з електронної інженерії; США відноситься до країн – світових лідерів за показниками освіченості людського капіталу і вмінь людей та забезпеченості відповідними кадрами основних кластерів економіки; США є країною-лідером за рівнем інноваційної активності та патентної діяльності на міжнародній арені.

Отже, вважаємо, що досвід американської системи професійної підготовки фахівців з електроніки є надзвичайно цінним для української вищої освіти.

Співставлення американського матеріалу з проблемами вітчизняної системи вищої освіти у галузі електронної інженерії, яке проводиться на другому етапі нашого дослідження, дозволяє знайти оптимальні рішення для розв'язання цих проблем та окреслити перспективні напрями застосування досвіду США. Тобто порівняльно-педагогічний аналіз американської та української систем професійної підготовки фахівців з електроніки має беззаперечне практичне значення, особливо в сучасний період реформування вітчизняної вищої школи, і визначає прикладний характер нашої дисертаційної роботи.

У процесі наукового пошуку були також застосовані узагальнення даних, отриманих із різних джерел, наукова інтерпретація конкретних педагогічних фактів; індуктивний та дедуктивний методи у їхній єдності.

На концептуальному рівні в основу дослідження покладені філософські ідеї єдності теорії і практики, людини як суб'єкта і об'єкта суспільних відносин; культурологічний підхід з його аксіологічною складовою, відповідно до якого фахівець з електроніки розглядається як спеціаліст, що володіє відповідним рівнем освіченості та компетенцій; цивілізаційний підхід, який дозволяє розглядати системи освіти України та США як локальні цивілізації та системний.

Застосування культурологічного підходу як методологічної основи порівняльно-педагогічного дослідження дає змогу виділити в досліджуваному явищі три компоненти: аксіологічний, технологічний та особистісно-творчий [46, с. 42]. Аксіологічний компонент професійної підготовки фахівця з електроніки розглядається як сукупність відповідних знань та вмінь, які чітко окреслені в досліджуваних нами освітніх програмах. Крім цього, з метою виявлення проблем професійної підготовки фахівців з електроніки у закладах вищої освіти України та визначення перспективних напрямів їхнього вирішення у нашому дослідженні використовуються дані рейтингового списку вмінь, прийнятого Всесвітнього економічного форуму в Давосі 2016 року. Зокрема, список побудований на основі порівняння найважливіших компетенцій, які були затребувані високотехнологічним ринком праці станом на 2015 рік, і тими, які будуть необхідними для здійснення Четвертої промислової революції у 2020 році. Аксіологічний компонент нашого дослідження також проявляється в застосуванні результатів Делфі-аналізу показників освіченості людського капіталу і вмінь людей в Україні, проведеного в

межах дослідження «Форсайт 2018», для вивчення проблеми, пов'язаної з значним розривом між наявною на сьогодні якістю підготовки фахівців і затребуваною [83].

Технологічний компонент культурологічного підходу до дослідження особливостей професійної підготовки фахівців з електроніки в США включає в себе аналіз форм і методів надання освітніх послуг та організації науково-дослідницької діяльності. Зокрема, робиться висновок про те, що якість та ефективність підготовки фахівців з електроніки на двох перших рівнях вищої освіти забезпечується шляхом поєднання трьох форм здобуття вищої освіти: стандартної (очної), онлайн (дистанційної) та гібридної, а також оптимальним співвідношенням трьох основних видів підготовки спеціалістів: контактної лекційної форми навчання, яка надає фундаментальну теоретичну підготовку, лабораторних занять, які сприяють формуванню практичних навичок роботи, та виконання підсумкових проєктів, що забезпечує досвід проєктування та/або науково-дослідницької діяльності.

Особистісно-творчий компонент культурологічного підходу в нашому дисертаційному дослідженні реалізовується у процесі вивчення інноваційної діяльності закладів вищої освіти США в галузі електронної інженерії. Зокрема, аналізуються і визначаються моделі інноваційної діяльності дослідницьких університетів США, які готують фахівців з електронної інженерії, у контексті трансферу знань і технологій. У дослідженні робиться висновок, що із трьох окреслених напрямів інноваційної діяльності – створення стабільного прибутку від патентування та ліцензування інновацій, налагодження ефективної співпраці з професорсько-викладацьким складом з метою інтенсифікації інноваційної діяльності, створення інноваційних компаній – пріоритетним є запуск стартапів. Однією з ефективних тенденцій щодо стимулювання інноваційної діяльності досліджуваних нами закладів є також налагодження партнерської співпраці між університетами як осередками генерування інновацій, з одного боку, та виробничим сектором і бізнесом як основними спонсорами реалізації трансферу інновацій та перетворення їх на кінцевий конкурентоспроможний продукт.

Сутність цивілізаційного підходу як методологічної основи дослідження базується на розумінні цивілізації як специфічної локалізованої культури [27, с. 445]. У порівняльній педагогіці цей підхід дозволяє осмислити освітній процес, враховуючи матеріально-економічні, соціально-політичні і духовно-моральні

фактори, а також специфічні риси, притаманні різним культурно-історичним типам суспільства [29]. Без розуміння сутності певної локальної цивілізації, якими в нашому дослідженні виступають американська та українська освітні системи професійної підготовки фахівців з електроніки, неможливо об'єктивно визначити основні тенденції та закономірності. Одним із завдань нашого порівняльно-педагогічного аналізу у межах цивілізаційного підходу є визначення перспективних напрямів розвитку системи професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні в контексті світових тенденцій освіти та високотехнологічного ринку праці.

Системний підхід у нашому дисертаційному дослідженні реалізується шляхом розгляду самостійних компонентів освітнього процесу - змісту підготовки фахівців з електроніки, форм і методів підготовки та організації науково-дослідницької діяльності, суб'єктів освітнього процесу (викладачів і студентів), зацікавлених сторін професійної підготовки фахівців з електроніки (закладів вищої освіти, студентів і потенційних роботодавців) – як сукупності взаємопов'язаних компонентів, що утворюють цілісну систему професійної підготовки фахівців з електроніки.

Теоретично-фундаментальні аспекти дослідження реалізуються через використання методу порівняльно-педагогічного аналізу та виконання інваріантних завдань, які були виокремлені С. Сисоєвою як такі, що притаманні кожному порівняльно-педагогічному дослідженню [70, с. 20].

Порівняльно-педагогічний аналіз професійної підготовки фахівців з електроніки у США та України здійснюється на концептуальному (підходи, мета й стратегії навчання), організаційно-методичному (організація та мережа закладів вищої освіти, тривалість навчання, форми навчання, вступні вимоги) та змістово-технологічному рівнях (формування змісту підготовки, комерціалізація технічних розробок, забезпечення науково-дослідницької діяльності).

Щодо інваріантних завдань порівняльно-педагогічного дослідження, виділених С.О. Сисоєвою [70], то у нашій роботі вони реалізуються наступним чином.

Завдання щодо ґрунтового аналізу понять, які використовуються у дослідженні, та ретельне порівняння їхнього змісту зі змістом понять, що вживаються у вітчизняному освітньому просторі – для забезпечення правильного

розуміння ключових понять, якими послуговується наш порівняльно-педагогічний аналіз, та уникнення їхньої неправильної інтерпретації, першим етапом став розгляд наукового тезаурусу. Зокрема, у роботі порівнюються особливості вживання в американському та українському освітніх просторах таких понять, як «електроніка», «електронна інженерія», «електротехніка», «професійна освіта», професійна підготовка», «фахівець з електроніки», «інженерія». На основі порівняльного аналізу з'ясовується їхній зміст та даються визначення.

Завдання забезпечення процедури порівняння – порівняльний аналіз особливостей професійної підготовки фахівців з електроніки в США та Україні здійснюється на другому етапі нашого дослідження. Основна увага нашого порівняльно-педагогічного аналізу зосереджена на виявленні тих фрагментів американського досвіду, які можуть ефективно бути застосованими в системі вищої освіти України у відповідній галузі.

Завдання щодо визначення критеріїв порівняння, опису етапів та методології дослідження, виконання якого передбачає доведення еквівалентності й порівнюваності досліджуваного явища, тобто співставлюваних аспектів професійної підготовки фахівців з електроніки в США та Україні. У нашому дисертаційному дослідженні, це завдання реалізовується декількома шляхами. По-перше, одним із аспектів порівняльного аналізу його ключових понять є пошук еквівалентів серед української та американської термінології з огляду на назви спеціальностей, які є предметом розгляду на наступних етапах дослідження, та термінів, які вживаються для позначення фахівців з електроніки в освітніх просторах двох країн. По-друге, критеріями відбору американських закладів вищої освіти для вивчення досвіду професійної підготовки фахівців з електроніки стали світові системи ранжування THE; QS; ARWU та U.S. News, кожна з яких подає предметні світові рейтинги університетів з огляду на окремо взяті галузь, зокрема, електронну інженерію. Крім цього, об'єктивним критерієм для відбору закладів вищої освіти стала також база даних АБЕТ, яка вміщує інформацію про акредитовані освітні програми з електронної інженерії. На основі використання критеріїв світових систем ранжування університетів у галузі електронної інженерії та акредитованих освітніх програм за даними бази АБЕТ був укладений основний корпус освітніх установ, що став предметом нашого дослідження, у кількості 43 закладів з підготовки фахівців у

галузі електроніки: 29 топових університетів за інформацією світових систем ранжування і 14 згідно бази даних АВЕТ.

У якості критерію для відбору українських закладів вищої освіти була використана Єдина державна електронна база з питань освіти (ЄДЕБО), звідки були відібрані акредитовані освітні програми підготовки фахівців з електроніки на двох перших рівнях вищої освіти.

Завдання щодо можливості та доцільності перенесення виявленого досвіду освіти, моделей освіти інших країн у свою країну – виконується у третьому розділі роботи. Зокрема, відзначається, що Україні необхідно зробити низку важливих кроків для досягнення рівня технологічно розвинених країн, і багато з них пов'язані із змінами у вищій освіті, що обслуговує пріоритетні галузі майбутнього, зокрема електроніку. Доцільність досвіду США зумовлюється тим фактом, що американські заклади вищої освіти становлять майже 50% від світових освітніх установ, які забезпечують найвищу якість освіти у вибраній сфері.

Завдання щодо розробки рекомендацій для освітньої політики, змісту реформ й модернізації освіти – на основі порівняльного аналізу підготовки фахівців з електроніки у системі вищої освіти США та України були вироблені три групи рекомендацій. Що стосуються нормативно-правової бази, організаційно процесуальних аспектів та змістово-методичного забезпечення.

Висновки до першого розділу

Професійна підготовка фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США представляє значний інтерес для українських закладів інженерної освіти. Упродовж останніх років, серед провідних закладів вищої освіти України, спостерігається тенденція до осучаснення освітніх програм з електроніки, зокрема застосування досвіду американських закладів вищої освіти. Систематизація та порівняння таких понять як «electrical engineering» та «electronic engineering», а також той факт, що «electrical engineering» в закладах вищої освіти США існує як освітня програма в межах інженерно-технічного напрямку і включає вивчення електроніки, дозволила виявити невідповідності в українському та американському дослідницькому просторі. Однак, порівняння понять на позначення фахівців з електроніки в системі вищої

освіти України та США виявило багато спільного і дозволило визначити поняття професійної підготовки фахівців з електроніки.

Проблема підготовки фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США на сучасному етапі є актуальною задля впровадження кращого досвіду підготовки висококваліфікованих інженерів в Україні. Прогрес електроніки вимагає від майбутніх фахівців цієї галузі готовності до системного, творчого і критичного мислення; від закладів вищої освіти – переосмислення змісту та організації навчального процесу, зокрема із застосуванням досвіду світових лідерів вищої освіти.

На основі узагальнення наукових трактувань дається визначення основним поняттям дослідження «професійна підготовка фахівців з електроніки» та «фахівець з електроніки». Поняття «професійна підготовка фахівців з електроніки» в дослідженні розуміється як набуття теоретичних і практичних знань та вмінь, навичок та компетентностей для успішної професійної діяльності, а саме використання технологій, матеріалів та приладів електронної техніки; конструювання, виготовлення, випробовування, монтажу та установа, експлуатації, відновлення та модернізації електронної апаратури на основі використання сучасних схемотехнічних рішень. Поняття «фахівець з електроніки» необхідно розглядати як: спеціаліст в галузі електронної інженерії, який досліджує, проектує, розробляє або тестує електронні компоненти, схеми та системи для комерційного, промислового, військового або наукового використання з використанням знань електронної теорії та властивостей матеріалів.

На основі узагальнення результатів численних наукових досліджень визначені та описані основні етапи становлення сучасної інженерної освіти США. З'ясовано, що вагомими змінами стали перехід від навчання в цехах до спеціалізованих закладів освіти, пошук оптимального співвідношення між практичним та теоретичним компонентами освітніх програм з інженерії, прийняття нових акредитаційних критеріїв АВЕТ, перенесення фокусу на очікувані результати навчання, надання особливого значення загально-освітньому компоненту у підготовці сучасних інженерів.

З'ясовано, що методологічним підґрунтям для вивчення проблеми підготовки є міждисциплінарний підхід, який зумовлюється аналізом важливих чинників, які

здійснюють безпосередній вплив на якість професійної підготовки фахівців з електроніки у США та Україні, а саме: освітня політика кожної з держав, що розглядаються, економічна ситуація, культурні особливості та традиції, що стосуються організації професійної підготовки, правова складова. Наше дисертаційне дослідження особливостей професійної підготовки фахівців з електроніки американськими закладами вищої освіти має фундаментально-прикладний характер, що реалізується шляхом бінарного співставлення освітніх систем з огляду на професійну підготовку фахівців з електроніки двох країн: США та України, при чому американська система вищої освіти виступає базовою.

Обґрунтовано використання досвіду американської системи професійної підготовки фахівців з електроніки для української вищої освіти. З'ясовано, що співставлення американського матеріалу з проблемами вітчизняної системи вищої освіти в цій галузі дозволяє знайти оптимальні рішення для розв'язання проблем та окреслити перспективні напрями застосування досвіду США.

Зміст розділу викладено в таких наукових працях автора: [50; 54; 60]

РОЗДІЛ 2

ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ЕЛЕКТРОНІКИ У США

У розділі схарактеризовано організацію та мережу закладів вищої освіти щодо професійної підготовки фахівців з електроніки; розкрито зміст професійної підготовки фахівців з електроніки; форми й методи підготовки та організації науково-дослідної діяльності майбутніх фахівців з інженерії; проаналізовано тенденції комерціалізації науково-технічних розробок.

2.1. Організація та мережа закладів вищої освіти щодо професійної підготовки фахівців з електроніки

Набуття та систематизація фахових знань майбутніми фахівцями в галузі електроніки здійснюється в системі вищої освіти. На сьогодні, згідно з Закон України «Про Вищу освіту» (2014), в Україні розрізняють три типи навчальних закладів: університет (класичний і профільний: технічний, технологічний, економічний, педагогічний, медичний, аграрний та ін.), академія/інститут та коледж. За правовим статусом, заклади вищої освіти поділяються на бюджетні, прибуткові та неприбуткові.

За чинним американським законодавством, зокрема на підставі «Акту про можливості вищої освіти» (Higher Opportunity Act), заклади вищої освіти США поділяються на державні та приватні (прибуткові та неприбуткові), які готують фахівців протягом 2-4 років на трьох рівнях вищої освіти: бакалавр, магістр, доктор філософії. В США, як зазначає О. Стойка, найпоширенішими вищими навчальними закладами є університети, коледжі та спеціалізовані інститути (78, с. 280). Аналогічно до українських закладів вищої освіти, програми, за якими здійснюється професійна підготовка з різних галузей знань в закладах вищої освіти США, повинні проходити процедуру акредитації.

Дослідники М. Братко зазначає, що в американському освітньому просторі немає чіткого визначення терміну «заклад вищої освіти» [5, с. 258]. До них, як правило відносять усі освітні структури, які присуджують ступені своїм

випускникам при умові успішного виконання ними освітньої програми (degree-granting institutions).

У контексті нашого дослідження до закладів вищої освіти віднесено такі, які здійснюють підготовку за бакалаврськими, магістерськими та докторськими програмами.

У спеціалізованій літературі структура сектору вищої освіти США, як правило, описується за класифікацією закладів вищої освіти Карнегі (Carnegie Classification). Як свідчить назва, авторство класифікації належить Фонду Карнегі з покращення освіти (Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching), який, починаючи з 1970 року, понад чотири десятки років відповідав за її щорічне оновлення та став своєрідним національним класифікатором [223]. Оскільки установи післяшкільної освіти США надзвичайно неоднорідні, метою класифікації було проведення їхньої об'єктивної та зрозумілої категоризації. З 2015 року нові видання класифікації готує Центр післяшкільної (вищої) освіти університету Індіани (Indiana University Center for Postsecondary Research) за спонсорської підтримки Фонду Луміна [163].

У цій класифікації заклади вищої освіти розподіляються на шість категорій із врахуванням таких критеріїв, як найвищий ступінь, що присуджується, тривалість освітньої програми та науково-дослідницька діяльність, яка, у свою чергу, оцінюється за загальним показником освітньої установи в цілому та частки цього показника у відношенні до кожного окремо взятого науково-педагогічного працівника [122]. Шість категорій класифікації Карнегі виглядають наступним чином:

- докторські університети, які здійснюють підготовку за докторськими програмами;
- університети та коледжі, що здійснюють підготовку за магістерськими програмами;
- коледжі, що здійснюють підготовку за бакалаврськими програмами;
- коледжі, що здійснюють підготовку за програмами асоціата;
- спеціалізовані або вузькопрофільні коледжі;
- коледжі для корінного населення.

Більшість із вище названих категорій виділені на основі найвищого ступеню, який можуть присуджувати. Проте вони можуть здійснювати підготовку і за

нижчими ступенями. Наприклад, до університетів та коледжів, що здійснюють підготовку за магістерськими програмами, відносяться заклади, які пропонують навчання за програмами бакалаврату та магістратури [183]. У класифікації вони поділяються на дві категорії залежно від кількості присуджених ступенів магістра: до категорії I (Master's Colleges and Universities I (Carnegie)) належать ті, що готують 40 або більше магістрів щонайменше в трьох галузях знань; заклади категорії II (Master's Colleges and Universities II (Carnegie)) випускають 20 або більше магістрів на рік.

Найвищий ступінь, який присуджується у вищій освіті США – це ступінь доктора. У класифікації Карнегі він поділяється на три категорії: доктор професійної практики (doctor's degree-professional practice), доктор науково-дослідної діяльності (doctor's degree-research/scholarship) та доктор інших видів діяльності (doctor's degree-other) [131].

З опису ступеня доктора, яке подається в глосарію термінів Національного центру освітньої статистики США, зрозуміло, що в американському секторі вищої освіти, крім ступеню доктора філософії, який може присуджуватися в різних галузях, існує також спеціалізований докторський ступінь, який присуджується в окремих галузях: наприклад, доктор освіти (Doctor of Education), доктор юридичних наук (Doctor of Juridical Science); доктор громадської охорони здоров'я (Doctor of Public Health). Існує також ступінь доктора наук (Doctor of Science – D.Sc.), який присуджується за певними спеціальностями [131].

Іншою особливістю американської системи вищої освіти є наявність ступеню доктора професійної практики або діяльності. Ця категорія докторського ступеня походить від так званого «першого професійного ступеню». За даними Інтегрованої інформаційної системи післяшкільної освіти Національного центру статистики освіти США, термін та ступінь, який він позначав не використовується з 2010 року у зв'язку із переглядом і запровадженням нових ступенів на рівні постбакалаврату (postbaccalaurate) [165, с. 7]. З 2011 року ступенями та кваліфікаціями постбакалаврату є:

- ступінь магістра (Master's Degree);
- постмагістерський сертифікат (Post-Master's Certificate);

- ступінь доктора науково-дослідницької діяльності (Doctor's degree research/scholarship);
- ступінь доктора професійної практики чи діяльності (Doctor's degree professional practice);
- ступінь доктора в іншій сфері діяльності (Doctor's degree-other).

Відповідниками «першого професійного ступеню», який присуджувався в 10 галузях (мануальна терапія, стоматологія, право, оптометрія, остеопатія, подіатрія, медицина, фармація, теологія й ветеринарна медицина), стали два ступені доктора: доктор професійної практики та доктор науково-дослідницької діяльності [165, с. 7].

Починаючи з 2011 року, так званий «професійний ступінь» або «ступінь професійної практики» визначається як ступінь доктора, що присуджується по завершенню шестирічної програми, яка забезпечує отримання знань, вмінь та кваліфікації, необхідних для професійної діяльності [132].

Ступінь професійного доктора відрізняється від ступеня доктора філософії, який присуджується за науково-дослідницьку діяльність, є вищим за ступінь магістра та вимагає захисту дисертації або виконання самостійного оригінального проекту. У класифікації Карнегі доктор філософії відповідає категорії «ступінь доктора – науково-дослідницька діяльність». Оскільки ступінь «професійний доктор» є вищим за магістра, але не передбачає науково-дослідницьку діяльність, умовно його можна розмістити між ступенями магістра та доктора філософії [132].

Крім доктора професійної практики, у класифікації ступенів пост-бакалаврату є ще одна проміжна освітня кваліфікація. Це так званий «пост магістерський диплом» (post master's certificate), який визначається як освітній ступінь, що вимагає завершення програми вищого рівня після отримання ступеня магістра, але не відповідає вимогам наукових ступенів доктора [200].

Ступінь магістра можна отримати по завершенню програми, яка триває щонайменше один, але не більше двох навчальних років і виконується після отримання ступеню бакалавра [183]. У деяких випадках необхідною умовою для отримання ступеню магістра, наприклад теології, є виконання програми, тривалішої, аніж два повних навчальних років.

Оскільки предметом нашого дослідження є професійна підготовка фахівців з електроніки на двох рівнях вищої освіти (бакалаврського та магістерського), варто

розглянути також ступінь бакалавра. У глосарії термінів Національного центру освітньої статистики США він визначається як освітній ступінь, що присуджується в результаті виконання навчальної програми на рівні коледжу тривалістю від чотирьох до п'яти років. Сюди відносяться також п'ятирічні так звані комбіновані програми «навчання-робота», які передбачають поєднання контактного навчання та трудової діяльності у сфері бізнесу, промисловості або уряду. Превагою таких програм є можливість навчання паралельно з отриманням реального досвіду роботи [103].

Згідно класифікації Карнегі за 2018 рік професійну підготовку на рівні бакалаврату та магістратури здійснюють чотири типи закладів вищої освіти [223]:

- коледжі, що здійснюють підготовку за бакалаврськими програмами та програмами асоціата;
- коледжі, що здійснюють підготовку за бакалаврськими програмами;
- університети та коледжі, що здійснюють підготовку за магістерськими програмами;
- докторські університети.

Названі типи освітніх закладів об'єднує спільна характеристика – усі вони пропонують програми підготовки для отримання ступеню бакалавра. Різниця полягає в найвищому академічному ступені, який вони можуть присуджувати. Для коледжів, що здійснюють підготовку за бакалаврськими програмами та програмами асоціата – це програми на ступінь бакалавра. Наступною категорією є коледжі, що здійснюють підготовку лише за бакалаврськими програмами. Університети та коледжі, що здійснюють підготовку за магістерськими програмами, пропонують також програми рівню бакалавра. Докторські університети пропонують програми підготовки, починаючи з ступеню бакалавра, далі – магістра з можливістю продовжувати навчання для отримання докторського ступеню [103]..

Завданням сучасної класифікації Карнегі є не тільки проведення категоризації сектору вищої освіти США, але й відображення її стану з огляду на цілу низку показників.

З часу опублікування першого офіційного видання класифікації в 1973 році світ побачили вісім оновлених редакцій у 1976, 1987, 1994, 2000, 2005, 2010, 2015 та 2018 роках. Кожна з них відображала зміни, які відбувалися у структурі сектору

вищої освіти США за попередні роки. На думку Ф. Алтбача (P. G. Altbach), крім об'єктивних факторів, які впливають на класифікацію Карнегі, є й суб'єктивні, зокрема освітня політика, якої дотримується спонсор (Фонд Карнегі до 2015 року та Фонд Лумінан наразі) [97, с. 21]. Тому, як вважає дослідник, кожна наступна редакція є відхиленням від початкової місії класифікації – проведення простої та об'єктивної категоризації закладів вищої освіти США, а не їхнього ранжування.

Наприклад, відмінністю класифікації в редакції 2015 року є звернення особливої уваги на рівень підготовки за ступенем асоціата (associate's degree), який здійснюється відповідними коледжами (категорія «Associate's Colleges» у класифікації) [5, с. 258].

Останнім виданням класифікації Карнегі є оновлена редакція за 2018 рік, яка офіційно вийшла 24 травня 2019 і буде діяти до 2021 року [223]. Вона базується на даних Інтегрованої інформаційної системи післяшкільної освіти Національного центру статистики освіти США щодо таких параметрів, як присуджені ступені за 2016-2017 роки, кількісні показники набору вступників станом на осінь 2017 року, кількісні і якісні показники науково-педагогічного персоналу, який працює в секторі післяшкільної освіти, а також даних Національного наукового фонду щодо опитування про науково-дослідницьку роботу у вищій освіті за 2017 фінансовий рік та опитування випускників та аспірантів в галузі науки та техніки за 2016 фінансовий рік.

В оновленій Класифікації 2018 року особлива увага звертається на університети, що здійснюють підготовку за докторськими програмами (doctoral universities) (Табл. 2.1). Відповідна категорія була змінена для того, щоб додати показник «ступінь доктора професійної практики» до базової класифікації. За основними показниками, тобто кількістю закладів освіти та чисельністю студентів станом на осінь 2017 року класифікація 2018 року має такий вигляд:

Таблиця 2.1

Контингент студентів за типом університету (Класифікація Карнегі, 2018)

Тип закладу вищої освіти		Заклад вищої освіти		Контингент студентів (осінь 2017)	
		Кількість	%	Кількість	%
Doctoral Universities	Докторські університети	418	10%	7229265	36%
Master's Colleges and Universities	Університети та коледжі, що здійснюють підготовку за магістерськими програмами	685	16%	3955922	20%
Baccalaureate Colleges	Коледжі, що здійснюють підготовку за бакалаврськими програмами	575	13%	898818	4%
Baccalaureate/ Associates	Коледжі, що здійснюють підготовку за бакалаврськими програмами та програмами асоціата	262	6%	1270740	6%
Associate's Colleges	Коледжі, що здійснюють підготовку за програмами асоціата	1000	23%	5808423	29%
Special Focus: Two-Year	Спеціалізовані або вузькопрофільні коледжі: дворічні	432	10%	183775	1%
Special Focus: Four Year	Спеціалізовані або вузькопрофільні коледжі: чотирирічні	918	21%	700442	3%
Tribal Colleges	Коледжі для корінного населення	34	1%	16424	0,1%
Загальна кількість		4 324		20063809	

Джерело: укладено автором на основі [223]

Як бачимо, станом на 2018 рік за контингентом студентів найпопулярнішими є три типи закладів вищої освіти: університети, що здійснюють підготовку за докторськими програмами, коледжі, що здійснюють підготовку за програмами асоціата, й університети та коледжі, що здійснюють підготовку за магістерськими програмами. Щодо кількості самих закладів вищої освіти найпредставленішими є коледжі, що здійснюють підготовку за програмами асоціата, спеціалізовані або вузькопрофільні коледжі з чотирирічними програмами підготовки, університети та

коледжі, що здійснюють підготовку за магістерськими програмами, і коледжі, що здійснюють підготовку за бакалаврськими програмами.

Кожен із відображених у класифікації типів закладів вищої освіти представлений двома формами власності: державною та приватною. Державні заклади вищої освіти створюються державними структурами різних рівнів. Їхня переважна більшість є освітніми закладами штатів або місцевими закладами вищої освіти [25, с. 20]. Приватний сектор вищої освіти США утворюють освітні заклади двох типів: прибуткові (комерційні) та неприбуткові (некомерційні).

Основними показниками сектору вищої освіти є кількість закладів та чисельність студентів. З огляду на ці характеристики особливістю вищої освіти США є домінування закладів приватної форми власності, тобто наявність більшої кількості освітніх закладів недержавної форми власності. Проте, за кількістю студентів перше місце посідає державний сектор, що великою мірою зумовлено основним призначенням державних освітніх закладів – забезпеченням масової освіти [25, с. 19].

Проаналізувавши нормативні та типологічні ознаки «закладів вищої освіти США» можемо визначити їх як приватні або державні юридичні установи, ліцензовані на провадження освітньої діяльності на певних рівнях вищої освіти, які проводять наукову, науково-технічну, інноваційну та/або методичну діяльність, забезпечують організацію освітнього процесу і здобуття особами вищої освіти трьох рівнів вищої освіти: бакалавр, магістр, доктор філософії.

На наступному етапі нашого дослідження вважаємо за доцільне визначити найвпливовіші американські заклади вищої освіти, що здійснюють підготовку фахівців з електронної інженерії, тобто забезпечують найвищу якість освітніх послуг. Для проведення такого аналізу з метою забезпечення об'єктивної інформації були використані дані світових рейтингів закладів вищої освіти в галузі «Електрична та електронна інженерія».

Відомо, що найпрестижнішими світовими системами ранжування є THE (Times Higher Education World University Ranking); QS (QS World University Ranking); та ARWU (Academic Ranking of World Universities). Вибір цих рейтингів для нашого аналізу зумовлений їхньою міжнародною репутацією, переліком показників, на яких будується оцінка закладів вищої освіти, та географічною незалежністю. Для

порівняння була включена ще одна американська система ранжування «Новини США» (U.S. News).

Загальний рейтинг THE на 2020 рік включає 1 400 університетів із 92 країн [234]. Він сформований на основі 13 ретельно вивірених показників, що оцінюють діяльність закладу вищої освіти за якістю його навчальних послуг, дослідницькою діяльністю, передачею знань та міжнародною репутацією.

Світова система ранжування QS використовує шість критеріїв для оцінки діяльності університетів: 1) репутацію у сфері науки та навчання, яка визначається на основі опитування 94 000 експертів у сфері вищої освіти щодо якості освітніх послуг та науково-дослідницької діяльності; 2) репутацію серед роботодавців, яка базується на оцінці 45 000 провідних роботодавців; 3) співвідношення кількості викладацького складу і студентів, що вважається одним із достовірних показників забезпечення високої якості освітніх послуг; 4) рівень цитування на статтю, що встановлюється на основі аналізу бази даних «Elsevier's Scopus» за останні п'ять-шість років, тобто є показником наукового результату і дозволяє визначити рівень науково-дослідницької діяльності закладу вищої освіти; 5) частка іноземних викладачів; 5) частка іноземних студентів. Останні два критерії показують, наскільки привабливим є заклад вищої освіти для викладачів та абітурієнтів на світовому рівні, тобто дозволяють оцінити його міжнародну репутацію [203].

Шанхайський або академічний рейтинг «ARWU» (ARWU Shanghai Ranking's Global Ranking) будується на основі аналізу шести критеріїв, які в основному спрямовані на визначення рівня науково-дослідницької діяльності закладу вищої освіти, наприклад, кількість випускників, які отримали Нобелівську премію або медаль Філдса; кількість найбільш цитованих дослідників за даними «Clarivate Analytics (Thomson Reuters)»; кількість наукових статей, опублікованих в журналах Nature і Science; кількість публікацій, індексованих в базі «Science Citation Index», що включає як природничі та технічні науки (Science Citation Index Expanded), так і соціальні науки (Social Sciences Citation Index), а також співвідношення показників до кількості повних ставок академічних працівників [94]. Тобто Шанхайський рейтинг оцінює заклад вищої освіти насамперед як дослідницьку установу.

Система ранжування «Новини США» (U.S. News) визначає, по-перше, найкращі світові університети і, по-друге, яке місце серед них посідають заклади

вищої освіти США. Цей рейтинг укладається на основі 13 показників, які вимірюють насамперед науково-дослідницьку діяльність університетів, наприклад, кількість наукових публікацій, виданих книг, проведених конференцій, відсоток найбільш цитованих дослідників, міжнародна співпраця і т. ін. [190].

Кожна з описаних вище систем ранжування, крім загальних, подає також предметні світові рейтинги університетів. Вони визначають найкращі заклади вищої освіти в окремо взятій галузі. Предметний рейтинг THE на 2020 рік проводить ранжування світових лідерів серед університетів в 30 галузях знань, п'ять з яких пов'язані з інженерією, а саме: «Загальна інженерія», «Цивільна інженерія», «Хімічна інженерія», «Механічна та аерокосмічна інженерія» та «Електрична та електронна інженерія».

Світова система ранжування QS визначає найвпливовіші університети в 48 галузях знань, використовуючи дані із чотирьох джерел. Перші два – це критерії загального рейтингу QS, а саме: репутація у сфері науки та навчання та думка роботодавців. Два інші показники дозволяють оцінити науково-дослідницьку діяльність навчального закладу на основі вирахування кількості цитувань кожної наукової статті та індексу Гірша у відповідній галузі. Серед 48 галузей знань п'ять стосуються інженерії: «Хімічна інженерія», «Цивільна інженерія та проектування», «Електрична та електронна інженерія», «Механічна інженерія», «Видобувна та гірничотехнічна інженерія» [203].

Шанхайський предметний рейтинг проводить ранжування університетів у п'яти галузях знань – природничі науки, інженерія, медико-біологічні науки, медичні науки та соціальні науки – кожна з яких підрозділяється на цілу низку окремих вузьких спеціальностей. Наприклад, інженерія включає 22 вузько-спеціальних галузей знань, серед яких є «Електрична та електронна інженерія» [214].

Система ранжування «Новини США» подає лідерів серед світових закладів вищої освіти в 28 галузях знань на основі результатів їхньої науково-дослідницької роботи. Рейтинг визначався із залученням бібліометричних показників системи «Web of Science» за п'ятирічний період з 2013 по 2017 роки та різних індикаторів престижу навчального закладу на глобальному та регіональному рівнях [190]. Рейтинг «Новин США» на 2020 рік включає шість нових галузей знань: «Онкологія», «Хірургія», «Серцева та судинно-серцева системи», «Електрична та

електронна інженерія», «Механічна інженерія» та «Цивільна інженерія». Як бачимо, «Електрична та електронна інженерія» знаходиться серед тих галузей знань, які були включені до системи ранжування у 2020 році вперше.

Як свідчить аналіз світових предметних рейтингів, кожен з них проводить ранжування закладів вищої освіти і визначає найвпливовіші з них в галузі знань, зокрема «Електрична та електронна інженерія». Система ранжування ТНЕ дозволяє визначити лідерів в окремій галузі знань за окремими параметрами (наприклад, якість надання освітніх послуг, рівень науково-дослідницької діяльності, рівень цитувань, міжнародна репутація тощо) та на основі всіх цих критеріїв, разом взятих. Результати порівняльного аналізу світових рейтингів університетів в галузі «Електрична та електронна інженерія» подані в таблиці 2.2 та Додатку А.

Оскільки метою нашого дослідження на цьому етапі є визначення найвпливовіших університетів США з точки зору підготовки фахівців з електронної інженерії, тобто якості надання освітніх послуг, до порівняльного аналізу були включені два предметні рейтингові списки закладів вищої освіти системи ТНЕ в галузі «Електрична та електронна інженерія»: загальний, що включає всі параметри (ТНЕ (1) 2020), та за якістю надання освітніх послуг (ТНЕ (2) 2020). Як зазначалося, система ранжування «Новини США» оцінює університети на основі їхньої науково-дослідної роботи.

В Таблиці 2.2. представлена інформація щодо кількісного та територіального поширення цих топових навчальних закладів світу в галузі «Електрична та електронна інженерія». Аналіз даних порівняльного дослідження світових предметних рейтингів закладів вищої освіти в галузі «Електрична та електронна інженерія», представлених показав, що перші 30 позицій займає 61 освітня установа в 15 країнах світу.

Як бачимо, серед країн, в яких знаходяться найпрестижніші заклади вищої освіти з підготовки фахівців з електроніки, є США, Китай, Об'єднане Королівство Великої Британії й Північної Ірландії, Швейцарія, Франція, Південна Корея, Японія, Сінгапур, Швеція, Канада, Нідерланди, Італія, Німеччина, Росія і Данія. Що стосується кількісного розподілу освітніх установ, як показують дані Таблиці 2.2 єдиним і безперечним лідером є США, де зосереджено 29 закладів, що стали предметом нашого порівняльного дослідження, тобто майже половина (47.5 %).

Таблиця 2.2

**Кількісна та територіальна характеристика ЗВО в галузі
«Електрична та електронна інженерія»**

Назва країни	Кількість закладів вищої освіти	Відсоток, %
США	29	47,54
Китай	8	13,11
Об'єднане Королівство Великої Британії й Північної Ірландії	5	8,20
Швейцарія	3	4,92
Франція	2	3,28
Південна Корея	2	3,28
Японія	2	3,28
Сінгапур	2	3,28
Швеція	2	3,28
Канада	1	1,64
Нідерланди	1	1,64
Італія	1	1,64
Німеччина	1	1,64
Росія	1	1,64
Данія	1	1,64
Всього:	61	100%

Джерело: укладено автором на основі [234]

Серед них топові п'ять позицій (Додаток А) посідають 7 освітніх установ: Стенфордський університет, Массачусетський технологічний інститут, Каліфорнійський технологічний інститут, Єльський університет, Університет Каліфорнії (Берклі), Іллінойський університет (Урбана-Шампейн), Технологічний інститут Джорджії.

Для проведення дослідження організаційно-методичних засад професійної підготовки фахівців з електроніки у США, крім світових систем ранжування, використовувалася база даних АВЕТ. З бази даних, за допомогою фільтра, що включав дві категорії із словом «електроніка» (electronics) – «Електротехніка й електронна інженерія» (Electrical and Electronics Engineering) і «Технології електротехніки й електронної інженерії» (Electrical and Electronics Engineering Technology) – і складала 435 освітніх програм, акредитованих АВЕТ, було відібрано 14 закладів вищої освіти. Таким чином, основний корпус освітніх установ, що став

предметом нашого дослідження, становить 43 заклади з підготовки фахівців у галузі електроніки: 29 топових університетів за інформацією світових систем ранжування і 14 згідно бази даних АВЕТ. До аналізу також залучалися інші освітні установи бази АВЕТ, що не ввійшли до основного корпусу.

Заклади вищої освіти були проаналізовані з огляду на тип та підтип, до яких вони належать, згідно класифікації Карнегі та типу фінансування. Результати аналізу представлені у Додатку Б, який містить назви освітніх установ, їхній тип і підтип, а також вказівку на форму власності. Окремо подається інформація, що стосується структурної організації закладів вищої освіти, тобто підрозділів, які займаються підготовкою фахівців з електроніки. Розглянемо особливості їхньої організації та мережі детальніше.

Як свідчать отримані дані, у системі вищої освіти США, що стосується електронної інженерії, функціонують університети та коледжі, а саме: докторські університети, університети та коледжі, що здійснюють підготовку за магістерськими програмами, коледжі, що здійснюють підготовку за бакалаврськими програмами.

Відповідно до оновленої Класифікації Карнегі (2018 р.), докторські університети поділяються на три типи [223]:

- докторські університети з дуже високим рівнем наукової діяльності (doctoral universities: very high research activity);
- докторські університети з високою науковою діяльністю (doctoral universities: high research activity);
- докторські/професійні університети (doctoral/professional universities), відмінною рисою яких є низький рівень дослідницької активності.

У межах університетів та коледжів, що здійснюють підготовку за магістерськими програмами у Класифікації Карнегі (2018 р.), виділяються три типи залежно від обсягу магістерських програм: 1) з великою кількістю програм; 2) з середньою кількістю програм; 3) з малою кількістю програм [223].

Коледжі, що здійснюють підготовку за бакалаврськими програмами, підрозділяються на два підтипи відповідно до галузі, в якій пропонуються програми підготовки: 1) з фокусом на мистецтві та точних науках; 2) з фокусом на різноманітних галузях.

Розглянемо детальніше, наскільки представленими є типи закладів вищої освіти за Класифікацією Карнегі в пулі проаналізованих нами освітніх установ.

У ході дослідження було встановлено, що заклади вищої освіти, які стали предметом нашого розгляду, представлені докторськими університетами двох типів: з дуже високою науковою активністю та професійними. Кількісні показники щодо типу проаналізованих освітніх установ представлені в табл. 2.3.:

Таблиця 2.3

Характеристика закладів вищої освіти США з підготовки фахівців з електроніки

Тип закладу вищої освіти	Кількість	Відсоток, %
Докторські університети, з них:	36	83,80
- з дуже високою науковою активністю	34	79.2
- професійні	2	4.6
Університети та коледжі, що здійснюють підготовку за магістерськими програмами, з них:	5	11,60
- з великою кількістю програм	3	7.0
- середньою кількістю програм	2	4.6
Коледжі, що здійснюють підготовку за бакалаврськими програмами, з них:	2	4.60
- за різноманітними галузями	2	4.6
Всього:	43	100,00

Джерело: укладено автором на основі [223]

Варто відзначити, що докторський університет з дуже високою науковою активністю є найбільш репрезентованим серед досліджуваних нами освітніх установ. Тобто переважна більшість проаналізованих нами навчальних закладів вищої освіти, які готують фахівців з електроніки, (34 із 43 або 79.2%) за своїм типом належать до докторського університету, відмінної рисою якого, крім підготовки здобувачів з найвищим освітньо-кваліфікаційним рівнем, є висока якість науково-дослідницької діяльності. Прикладами таких закладів є Стенфордський університет, Массачусетський технологічний інститут, Іллінойський університет (Урбана-Шампейн), Технологічний інститут Джорджії, Гарвардський університет, університет Джона Гопкінса, Каліфорнійський технологічний інститут, Єльський університет, університет штату Каліфорнії (Берклі), університет штату Каліфорнії

(Лос-Анджелес), Принстонський університет, Колумбійський університет та багато інших. Докторські університети представлені закладами, які у своїх назвах містять слово «university» (університет) або «institute» (інститут), наприклад, університет Мічигану (Енн-Арбор) (University of Michigan-Ann Arbor), Корнелльський університет (Cornell University), Колумбійський університет (Columbia University), Технологічний інститут Джорджії (Georgia Institute of Technology), Каліфорнійський технологічний інститут (California Institute of Technology). Проте, незважаючи на назву, ці освітні установи відносяться до докторських університетів.

У пулі досліджуваних нами закладів є також два докторські університети, які мають низьку наукову активність, відтак відносяться до професійних: університету штату Ферріс і Університет Північного Кентуккі.

В категорії університетів та коледжів, що здійснюють підготовку за магістерськими програмами, є такі, що характеризуються наявністю великої кількості магістерських програм: наприклад, Північно-Західний державний університет Луїзіани, Університет Грентема і Блумсбургський університет Пенсільванії; та із середньою кількістю, які представлені Університет Томаса Едісона й Університетом Деврі. У порівнянні з докторськими університетами їхня кількість є незначною (11.6%).

Серед коледжів, що здійснюють підготовку за бакалаврськими програмами, у пулі закладів вищої освіти, що розглядаються, наявні два заклади (4.6%), які відносяться до категорії, що здійснює підготовку фахівців з фокусом на різноманітних галузях: Університет Пуерто-Ріко (Агуаділья) й Університет Пуерто-Ріко (Баямон). Варто вказати, що в обидвох назвах відсутній термін «коледж».

Отже, можна зробити висновок, що провідною тенденцією підготовки фахівців з електроніки в США, є те, що більшість освітніх програм пропонуються закладами, що належать до докторських університетів з високим рівнем наукової активності.

Щодо структурної організації проаналізованих нами освітніх установ варто відзначити, що у своїй переважній більшості це заклади, які складаються із окремих підрозділів із різними назвами: «department», що українською, як правило, передається словом «факультет»; «school» – «школа» та «college» – «коледж». Незважаючи на назви, за їхніми функціями ці підрозділи, у нашому розумінні,

можна прирівняти до факультетів. Необхідно зазначити, що слово «коледж» вживається в американському освітньому просторі для назви самостійного закладу вищої освіти, який пропонує дво- та чотирирічні програми навчання, а також для позначення окремого підрозділу університету.

Особливістю структурної організації закладів вищої освіти США є відсутність такого підрозділу, як кафедра. Її функціональним еквівалентом виступає освітня програма, навколо якої об'єднуються науково-педагогічні кадри. На думку М. Братко, саме відсутність кафедри забезпечує гнучкість структури університетів США та сприяє індивідуальній зорієнтованості підготовки [6, с. 262].

У ході дослідження було встановлено, що в пулі закладів вищої освіти США освітні програми в галузі електроніки здебільшого виконуються на базі факультету або відділення (department), який, у переважній більшості випадків є структурним підрозділом коледжів та шкіл.

Щодо коледжів, то це в основному коледжі інженерії (College of Engineering), які включають факультет чи відділення електротехніки або електротехніки й комп'ютерної інженерії: наприклад, Коледж інженерії Джерома Логра (Південно-Дакотський державний університет), Коледж інженерії Грейнджера (Іллінойський університет (Урбана-Шампейн)). Коледжі інженерії є також у структурі таких університетів, як Університет Арканзасу (Літл-Рок), Державний університет Нью-Мексико, Техаський університет А&М, Корнелльський університет, Університет Мічигану (Енн-Арбор), Університет штату Огайо, Вірджинський політехнічний інститут і державний університет. В Університеті Каліфорнії (Лос-Анджелес) функціонує Коледж інженерії, комп'ютерної науки й технології, структурною частиною якого є факультет електротехніки й комп'ютерної інженерії.

У деяких університетах освітні програми представлені на факультетах чи відділеннях коледжів інженерних та інших наук: наприклад, Коледж наукових досліджень та розробки технологій (Блумсбургський університет), Коледж інженерних й інформаційних наук (Університет Деврі), Коледж інженерії й технологій (Університет Східного Мічигану), Коледж технології, архітектури і прикладної інженерії (Університет Боулінг Грін), Коледж інженерії й комп'ютерної науки (Університет Грентем), Коледж мистецтва і точних наук (Північно-Кентукський університет).

Школа інженерії як структурний підрозділ, що пропонує освітні програми в галузі електроніки, наявна в Стенфордському університеті, Массачусетському технологічному інституті, Університеті Джона Гопкінса, Нью-Йоркському університеті, Дюкському університеті, Техаському університеті (Остін), Університеті Каліфорнії (Сан-Дієго), Ратгерському університеті. Школа інженерії і прикладних наук є базою підготовки фахівців з електроніки в Гарвардському університеті, Єльському університеті, Принстонському університеті, університеті Пенсильванії, Колумбійському університеті, Північно-Західному університеті.

У Технологічному інституті Джорджії функціонує Школа електротехніки і комп'ютерної інженерії, у Вашингтонському університеті – Школа комп'ютерної науки й інженерії [223].

Більшість шкіл інженерії складаються із факультетів чи відділень (department), кожен з яких здійснює підготовку фахівців за однією чи декількома освітніми програмами. Таку структурну організацію можна продемонструвати на прикладі Школи інженерії Массачусетського технологічного інституту, де функціонує 9 відділень (факультетів): аеронавтики й астронавтики; біологічної інженерії; хімічної інженерії; цивільної й екологічної інженерії; електротехніки й інформатики; науки й інженерії матеріалів; машинобудування; ядерної науки і технології, а також Інститут медичної інженерії та науки. Відділення електротехніки й інформатики пропонує підготовку на трьох рівнях вищої освіти: першому (бакалаврському), другому (магістерському) та третьому (докторському). Зокрема, бакалаврів готують за п'ятьма програмами: «Електротехнічна наука й інженерія» (Electrical Science and Engineering), «Електротехніка й комп'ютерна наука» (Electrical Engineering and Computer Science), «Комп'ютерна наука й інженерія» (Computer Science and Engineering), «Комп'ютеран наука й молекулярна біологія» (Computer Science and Molecular Biology), «Комп'ютерна наука, економіка й аналіз даних і процесів» (Computer Science, Economics and Data Science). Відділення електротехніки й комп'ютерної науки забезпечує підготовку магістрів, а саме «Магістрів інженерії», за трьома програмами: одна з них тривалістю п'ять або п'ять з половиною років дозволяє поєднати навчання на двох перших рівнях (бакалаврському та магістерському) і отримати ступені бакалавра й магістра; інша - «Комп'ютерна наука і молекулярна біологія» є міждисциплінарною, тобто включає класичні

інженерні дисципліни і медико-біологічні науки; третя опція пропонує поєднання навчання з оплачуваною виробничою практикою з повною зайнятістю та обов'язковим виконанням на його основі кваліфікаційної роботи (конструкторського проєкту, інженерних розрахунків (analytical paper), новаторської роботи технічного характеру).

Прикладами структурних підрозділів у формі факультетів (departments) є Факультет електроніки (університет Пуерто-Ріко (Агуаділья)), Факультет інженерії (університет Пуерто-Ріко (Баямон)), факультет інженерних технологій (Північно-Західний державний університет Луїзіани), факультет електротехніки і комп'ютерної інженерії (університет штату Каліфорнії (Санта-Барбара)), факультет електротехніки (Прінстонський університет).

Як зазначалося вище, за формою фінансування заклади вищої освіти США поділяються на державні і приватні, які, в свою чергу, можуть бути некомерційні й комерційні (прибуткові). Відповідно до результатів нашого дослідження, представлених на рис. 2.1 серед проаналізованих нами освітніх установ більше половини (62.8%) державні заклади, наприклад, Університет Каліфорнії (Берклі), Університет Каліфорнії (Лос-Анджелес), Іллінойський університет (Урбана-Шампейн), Вашингтонський університет, Технологічний інститут Джорджії, Університет Мічигану (Енн-Арбор), Техаський університет (Остін) та інші. Державні освітні установи здебільшого є університетами штатів і фінансуються ними.

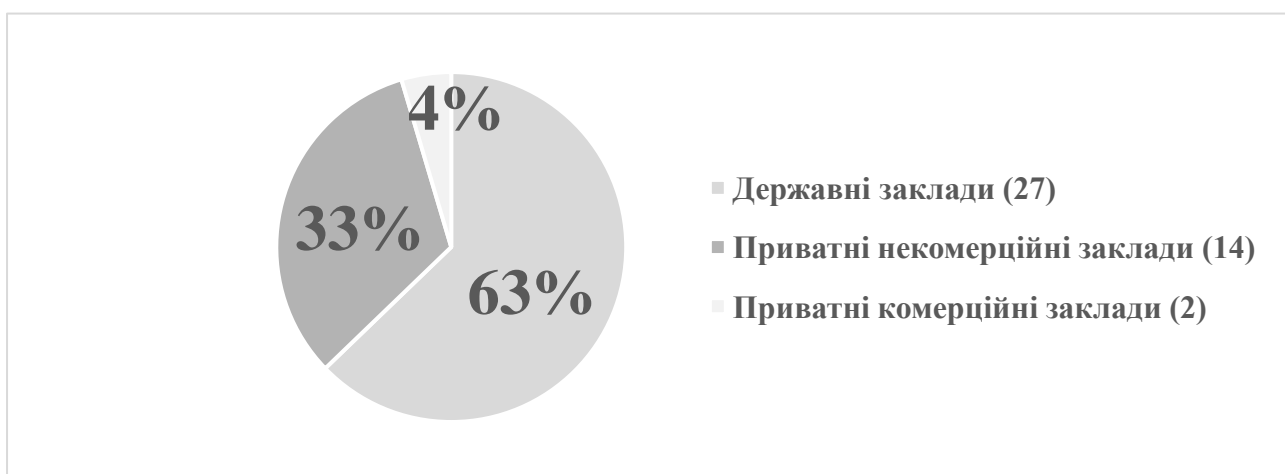


Рис 2.1. Характеристика закладів вищої освіти США з підготовки фахівців з електроніки (тип фінансування)

Джерело: укладено автором

Серед приватних закладів вищої освіти у нашій вибірці переважаюча більшість є некомерційними, наприклад, Стенфордський університет, Массачусетський технологічний інститут, Каліфорнійський технологічний інститут, Єльський університет, Принстонський університет, Гарвардський університет, університет Пенсильванії, Університет Джона Гопкінса та інші. Як правило, ці установи функціонують на спонсорські кошти і мають великі ендаумент-фонди. Наприклад, на 2 жовтня 2019 року ендаумент-фонд Стенфордського університету оцінювався в \$27.7 млрд. При цьому зазначалося, що протягом 2018 року університет отримав спонсорську допомогу від 72.000 донорів [218].

У пулі досліджуваних нами освітніх установ є два приватних прибуткових навчальних заклади: Університет Деврі та Університет Грентем. Обидва відносяться до університетів та коледжів, що здійснюють підготовку за магістерськими програмами [223].

За даними АБЕТ на сьогодні у США акредитовано 435 бакалаврських освітніх програм. Як було зазначено вище, корпус нашого дослідження укладався з урахуванням двох основних критеріїв: престижності закладу вищої освіти щодо забезпечення якості підготовки фахівців у сфері електроніки і дослідницького потенціалу, а також наявності акредитації АБЕТ у програм, які вони пропонують. Варто зауважити, що відповідно до стандартів оцінювання професійного рівня інженерів та відповідності інженерним посадам одним із основних критеріїв є отримана кваліфікація, тобто освітня програма, за якою навчався фахівець. У розділі «Вказівки до оцінювання кваліфікацій» Кваліфікаційних стандартів у сфері інженерії США відзначається, що, крім освітніх програм, які мають акредитацію АБЕТ, такими, що відповідають основним вимогам, вважаються програми, які надаються спеціалізованою освітньою установою з підготовки інженерів, що має хоча б одну акредитовану програму АБЕТ [204, р. 8]. Тобто якщо освітній заклад, який здійснює підготовку інженерів, має одну або більше акредитованих освітніх програм АБЕТ, всі інші програми вважаються такими, що відповідають професійним кваліфікаційним вимогам, а отже можуть слугувати достовірною базою для проведення дослідження.

Отже, корпус нашого дослідження складають освітні програми підготовки фахівців з електроніки для отримання ступеню «бакалавр», які акредитовані АВЕТ, які є історично акредитовані, та які пропонуються закладами вищої освіти, що мають принаймні одну бакалаврську акредитовану програму (Додаток В). Наприклад, програма «Електротехніка» Стенфордського університету відноситься до історично акредитованих програм: згідно з даними бази АВЕТ дія акредитації тривала з 1 жовтня 1936 року по 30 вересня 2013 року. Проте на сьогодні в університеті в Школі інженерії діють три акредитовані бакалаврські програми з інженерії із запланованою датою перегляду на 2024-2025 роки: «Хімічна інженерія», «Цивільна інженерія» та «Машинобудування».

Варто зазначити, що в американських базах даних, так само, як і в програмах, практично не зустрічається повний еквівалент програми з назвою електроніка. Дослідження проводилося на базі таких освітніх програм: «Електротехніка» (Electrical Engineering), «Електротехніка й комп'ютерна наука» (Electrical Engineering & Computer Science), «Електротехніка й комп'ютерна інженерія» (Electrical and Computer Engineering), «Технології електронної інженерії» (Electronics Engineering Technology), «Технології електроніки та комп'ютерної інженерії» (Electronics and Computer Engineering Technology), «Технології електротехніки й електронної інженерії» (Electrical/Electronics Engineering Technology), «Електротехніка та системотехніка комп'ютера» (Electrical and Computer Systems Engineering (Bachelor of Science)), «Електроніка й технології комп'ютерної інженерії» (Electronics and Computer Engineering Technology).

Незважаючи на назву бакалаврських програм, в описовій частині кожної із них містяться вказівки на електроніку як на основну галузь спеціалізації. Наприклад, на сайті Арканзаського технічного університету (Arkansas Tech University) в описі освітньої програми «Електротехніка» зазначається, що відповідна програма на ступінь бакалавра готує студентів до дивовижної кар'єри у професійному світі електротехніки, яка є збірним поняттям у відношенні до широкого кола спеціальностей, що стосуються, зокрема, проектування та створення систем для повітряно-космічного простору, телекомунікацій, обробки сигналів, робототехніки [139]. Подібним чином описується спеціальність «Електротехніка» і на сайті Єльського університету, а саме Школи інженерії і прикладних наук, який є його

складовою частиною. Зокрема вказується, що електротехніка включає широкий спектр дисциплін, такі як мікроелектроніка, фотоніка, комп'ютерна інженерія, обробка сигналів, системи керування, обробка і передача інформації, які служать своєрідним фундаментом для сучасного технологічного суспільства [236].

Багато університетів вказують електроніку або одну з її галузей в описі кваліфікації шляхом зазначення спеціалізацій. Такий приклад знаходимо на сайті Алабамського сільськогосподарського та механічного університету [102]. Серед чотирьох спеціалізацій, зазначених в описі ступеня бакалавра наук з електротехніки знаходимо «Мікроелектроніка – НВІС», а також «Комп'ютерна інженерія». Бакалаврська програма Арканзаського технічного університету з тієї самої спеціальності включає три спеціалізації: електрична енергія, системи керування й роботехніка й комунікації [139]

Інші університети вказують електроніку та її підрозділи в описі предметної галузі освітньої кваліфікації, зазначаючи їх як пріоритетні напрями. Наприклад, на сайті університету штату Арізона (Arizona State University), а саме в одного з його підрозділів – Інженерних шкіл Фултона (the Ira A. Fulton Schools of Engineering) [170] в описі спеціальності на ступінь бакалавра зазначається, що навчальна програма підготовки включає цілу низку курсів, які стосуються мікросхем, комунікацій, обробки сигналів та систем керування, комп'ютерної інженерії та напівпровідникових приладів. На сайті Коледжу інженерії імені Самуеля Джина університету Оберн вказано, що успішне завершення навчання на ступінь бакалавра з електротехніки передбачає вивчення дисциплін, які стосуються семи галузей, серед яких електроніка та галузі знань, що відносяться до неї або прямо з нею пов'язані (наприклад, аналіз електронних схем, комунікації, системи керування, проєктування цифрових комп'ютерів) [141].

Щодо магістерських освітніх програм необхідно зауважити, що жодна з них не є акредитованою АБЕТ. Предметом нашого аналізу стали магістерські програми, підготовку за якими здійснюють заклади вищої освіти, що були відібрані нами для аналізу.

Як показують результати нашого дослідження, освітні програми підготовки здобувачів для отримання ступеня «магістр» можна згрупувати за такими критеріями: їхньою тривалістю, особливістю змістового наповнення, типом

кваліфікаційної роботи, освітньо-кваліфікаційним рівнем. Щодо тривалості в корпусі проаналізованих нами програм виділяються такі їхні типи [223]:

- традиційна освітня програма з повним нормативним періодом підготовки (full-time); та
- котермінальна освітня програма (coterminal program);

Традиційною є освітня програма з повним нормативним періодом підготовки. Як показують результати нашого аналізу, повний період підготовки фахівців для отримання ступеню «магістр» здебільшого триває 2 роки. Прикладами програм з повним нормативним періодом підготовки є «Електротехніка» Школи інженерії Стенфордського університету, «магістр технічних наук» із спеціалізацією «Електротехніка і комп'ютерні науки» університету штату Каліфорнії (Берклі).

У нашому дослідженні термін «котермінальна програма» запозичено з опису освітніх програм підготовки здобувачів для отримання ступеня «магістр Школи інженерії Стенфордського університету для позначення магістерської програми, яка надає можливість отримати два ступені вищої освіти – бакалавра й магістра або магістра й доктора філософії – за скороченим терміном навчання [216].

Поєднання освітніх ступенів бакалавра й магістра досягається за допомогою консолідації чотирирічної бакалаврської освітньої програми та традиційної дворічної магістерської, тривалість якої скорочується до року або року з половиною. Тобто котермінальна програма призначена для студентів, які навчаються за програмою бакалаврату, і надає їм можливість розпочати підготовку за магістерською програмою одночасно з бакалаврською. На практиці суттєве скорочення терміну навчання досягається за рахунок двох або трьох семестрів, які додаються до бакалаврської освітньої програми, та протягом яких здобувачі отримують можливість пройти основні навчальні курси магістерської освітньої програми, що забезпечують поглиблене вивчення обраної спеціальності, а також виконати кваліфікаційну роботу, якщо вона передбачена програмою. Крім цього, скорочення терміну навчання досягається завдяки можливості дублювання деяких дисциплін. Як правило, це відбувається за рахунок елективної складової освітніх програм обох рівнів. Розглянемо цей механізм на прикладі магістерської програми «Електротехніка» університету штату Каліфорнії (Лос-Анджелес). Для отримання ступеня «бакалавр» та «магістр» здобувач повинен виконати 129 кредитів із

дисциплін бакалаврської програми та 30 кредитів із курсів магістерської програми. Скорочення терміну навчання відбувається завдяки можливості вибрати однакові елективні курси рівня 4000 загальною вартістю 9 кредитів для обох програм [140].

Варто зауважити, що механізм отримання ступенів бакалавра й магістра за котермінальною програмою підготовки може відрізнитися залежно від умов програми. При цьому можна виділити такі опції: одночасне отримання двох ступенів або послідовне, тобто спочатку ступінь бакалавра, а потім – магістра. Наприклад, магістерська програма «Електротехніка» університету штату Каліфорнії (Лос-Анджелес) обумовлює отримання здобувачами обох ступенів одночасно в одному семестрі. Натомість освітня програма «Магістр інженерії» Школи Інженерії Массачусетського технологічного інституту передбачає дві можливості для отримання ступенів бакалавра та магістра на вибір студента: одночасно або послідовно. При цьому студенти, що навчаються за такою програмою повинні офіційно вступити в статус здобувача ступеня магістра не пізніше останнього семестру навчання на другому рівні вищої освіти. Магістерська програма «Магістр технічних наук» (п'ятий рік навчання) університету штату Каліфорнії (Берклі) надає студентам лише одну можливість послідовного отримання двох ступенів. При цьому студент офіційно вступає в статус здобувача ступеня магістра відразу після отримання ступеня бакалавра, в тому самому семестрі [108].

При одночасному отриманні двох ступенів студенти мають можливість виконувати обидві програми одночасно, тобто перебувати у статусі здобувачів ступенів двох рівнів вищої освіти в один і той самий час. Наприклад, у Школі Інженерії Массачусетського технологічного інституту для отримання статусу здобувача ступеня магістра інженерії за котермінальною освітньою програмою «Магістр інженерії», яку пропонує відділення електротехніки й інформатики, студент повинен мати не менше 180 кредитів з курсів, що не входять до циклу фундаментальних дисциплін (фізики, математики, хімії і т. ін.), так званих «Загальних інститутських вимог», а також виконувати повне навчальне навантаження протягом одного семестру [91]. При цьому загальною тенденцією є те, що студенти вступають у статус здобувача освітнього ступеня магістра на четвертому році навчання бакалаврату, а саме в восьмому семестрі.

Необхідною умовою для отримання статусу здобувача освітнього ступеня магістра, як правило, є встановлена кожною освітньою програмою мінімальна кількість балів з визначених дисциплін бакалаврської програми. Тобто студенту не потрібно виконувати всі умови бакалаврської освітньої програми для того, щоб офіційно отримати статус здобувача освітнього ступеня магістра, й обидві програми завершуються одночасно. Можна зробити висновок, що однією з вигідних переваг котермінальної програми є початок підготовки на ступінь магістра ще до закінчення бакалаврської програми.

Ще одним типом котермінальної програми є магістерська освітня програма, яка передбачає отримання двох ступенів: освітнього ступеня магістра і першого наукового ступеня доктора філософії. Приклад такої програми знаходимо в Університеті Каліфорнії (Берклі) «Електротехніка й комп'ютерні науки» [108]. Тривалість підготовки за цією програмою розрахована на 5-6 років. Її основною перевагою є можливість розпочати роботу над науковим дослідженням під час навчання в магістратурі та отримати два освітні ступені.

За типом випускної кваліфікаційної роботи в досліджуваному нами пулі магістерські освітні програми поділяються на:

- програми з опцією написання магістерської дипломної роботи;
- програми з опцією виконання випускної дослідницько-конструкторської роботи (проєкту); та
- програми з опцією складання кваліфікаційного іспиту.

Як показують результати нашого дослідження, одна магістерська освітня програма може передбачати декілька опцій її виконання щодо типу випускної кваліфікаційної роботи. Наприклад, магістерська програма «Системотехніка», яку пропонує Університет Арканзасу (Літл-Рок), має два варіанти: 1) написання магістерської роботи, на яку відводиться 6 кредитів; та 2) виконання дослідницько-конструкторського проєкту, на який передбачено 3 кредити [227]. Інші дві опції передбачає магістерська освітня професійна програма «Електротехніка», яку пропонує Університет Каліфорнії (Лос-Анджелес): 1) написання магістерської дипломної роботи; і 2) складання кваліфікаційного іспиту. Магістерська програма «Магістр інженерії», яка веде до ступеня професійного магістра передбачає лише одну опцію підсумкової випускної роботи – виконання проєкту «кепстоун».

За змістовим наповненням магістерські освітні програми, які є предметом нашого розгляду, можна розділити на такі типи:

- магістерські програми, які спеціалізуються в одній галузі знань;
- інтегрована освітня програма із спеціалізацією в декількох галузях знань, включаючи освітню програму подвійного ступеня (joint degree program);
- освітня програма комбінованого навчання з режимом часткового навантаження (part-time).

Прикладами магістерських програм, які мають одну спеціалізацію можуть слугувати: «Системна інженерія» (Systems Engineering) Університету Арканзасу (Літл-Рок), «Електротехніка» університету штату Каліфорнії (Лос-Анджелес). Массачусетський технологічний інститут пропонує магістерську програму «Магістр інженерії» із загальною спеціалізацією з інженерії.

У нашому дослідженні термін «інтегрована освітня програма» вживається для позначення інтегрованої міждисциплінарної освітньої програми, що поєднує декілька освітніх програм споріднених або різних галузей знань.

За твердженням Т. А. Старшинової, застосування інтегративного підходу є однією з новітніх концептуальних ідей сучасної вищої школи [77, с. 181]. У загальному розумінні інтеграція як процес поєднання розрізнених частин в одне ціле відображає природний зв'язок, який існує між предметами і явищами реального світу. У педагогічній теорії інтеграція визначається як вища форма вираження єдності цілей, принципів і змісту організації процесу навчання і виховання, результатом функціонування яких є формування у студентів якісно нової цілісної системи знань і вмінь [47, с. 17]. У контексті вищої школи інтеграція різних наук веде до синтезу наукових знань і здобутків, що, в свою чергу, сприяє підвищенню ефективності професійної освіти й підготовки фахівців [79;]. Інтегративні програми з інженерії дозволяють підготувати сучасних фахівців міждисциплінарної природи цієї галузі, яка давно вийшла за свої межі, щоб відповідати суспільним, екологічним, медичним, економічним викликам сьогодення.

Результати досліджень ефективності інтегрованих навчальних та наукових проєктів показують, що інтегроване навчання є запорукою формування найважливіших компетенцій сучасного фахівця, а саме глобального цілісного професійного бачення, уміння співпрацювати в команді, особливо в

багатопрофільній команді, комплексного (системного) вирішення проблем, а також комунікативних навичок [113; 185;]. Ці вміння, як вказувалося раніше, посідають перші позиції в рейтингу вмінь сучасного інженера [224, с.57]. За словами В. Третько, інтегровані освітні програми забезпечують формування інтегрованої компетентнісної моделі випускника [81, с. 98].

За результатами нашого дослідження інтегровані освітні програми, які пропонуються відділеннями американських закладів вищої освіти, що готують фахівців з електроніки, реалізують принцип інтеграції в межах одного освітньо-кваліфікаційного рівня, тобто за горизонтальною моделлю паралельного навчання. При цьому інтеграція відбувається у два способи: за допомогою поєднання споріднених галузей знань, а також різних предметних галузей знань з присвоєнням подвійного ступеня (ступеня з різних спеціалізацій) як однією з можливих опцій.

Більшість інтегрованих програм є також котермінальними, тобто дозволяють студентам отримати два ступеня із скороченим терміном навчання.

Результати аналізу інтегрованих програм свідчать, що однією із провідних тенденцій є поєднання класичних інженерних дисциплін із медико-біологічними науками. Зокрема, відділення біологічної інженерії та електротехніки й інформатики Школи інженерії Массачусетського технологічного інституту пропонують інтегровану освітні програми другого рівня вищої освіти «Магістр інженерії з інформатики й молекулярної біології» [90]. Ця програма змодельована за прикладом котермінальної програми «Магістр інженерії», проте пропонує поглиблене вивчення обчислювальної біології, яке реалізується за рахунок додаткових дисциплін та кваліфікаційної роботи. Зокрема, студенти повинні 42 кредити із спеціальних дисциплін підвищеного рівня, що відносяться до обчислювальної біології, біології та електротехніки й інформатики. Іншими прикладами інтегрованих магістерських програм можуть слугувати освітні програми університету штату Каліфорнії (Берклі): котермінальна програма з можливістю отримання ступенів магістра та доктора філософії «Електротехніка й комп'ютерні науки» (Electrical Engineering and Computer Sciences), однойменна магістерська програма підготовки для отримання ступеня магістра, котермінальна магістерська програма з тим самим поєднанням галузей знань для отримання ступенів бакалавра й магістра.

Освітня програма подвійного ступеня дозволяє студентам отримати ступінь магістра окремо з кожної спеціалізації. Школа інженерії Стенфордського університету пропонує дві магістерські програми подвійного ступеня. Відповідно, крім ступеня магістра технічних наук, здобувачі можуть отримати ступінь «Магістр бізнесу» або «Доктор юриспруденції».

Університет Каліфорнії (Берклі) здійснює підготовку магістрів за програмою подвійного ступеня «Державна політика й інженерія» з можливістю отримати ступінь магістра з державної політики та магістра технічних наук.

Варто відзначити, що розглянутий вище тип котермінальної програми може також розглядатися як приклад інтегрованого навчання. Проте у цьому випадку інтеграція відбувається на двох освітніх рівнях – бакалавраті та магістратурі або магістратурі й аспірантурі, а, отже, реалізується у вигляді поєднання паралельного та послідовного навчання. Основною відмінністю між такими програмами є напрям інтеграції: інтегровані магістерські програми, які поєднують дві спеціалізації, є горизонтально інтегрованою моделлю, а котермінальні програми є вертикально інтегрованими.

Магістерська програма комбінованого навчання пропонує поєднання контактного навчання з інтенсивною виробничою практикою. Як показують результати нашого дослідження, магістерська програма комбінованого навчання має дві цільові аудиторії: студенти, які бажають поєднувати навчання з виробничою практикою / стажуванням, та кваліфіковані працівники, які виявляють бажання продовжити навчання чи отримати ще одну кваліфікацію.

Школа інженерії Массачусетського технологічного інституту пропонує комбіновану освітню програму «Магістр інженерії», яка є окремою опцією базової магістерської програми [188]. Вона надає студентам можливість поєднати навчання із оплачуваним стажуванням з режимом повної зайнятості тривалістю до одного семестру, результати якого повинні бути відображені в кваліфікаційній роботі. Ця програма є відкритою лише для студентів, які демонструють високі навчальні досягнення та мотивацію. Метою програми є створення можливостей для застосування теоретичних знань, отриманих на заняттях, для вирішення реальних інженерних завдань у двох секторах: промисловості та урядових лабораторіях. На сьогодні серед партнерів програми є велика американська компанія Analog Devices,

виробник інтегральних мікросхем для перетворення сигналів, американська технологічна компанія Apple, американська корпорація Applied Materials, виробник інноваційного обладнання, сервісів та програмного забезпечення для виробництва напівпровідників, американська корпорація Bose Corporation, розробник та виробник аудіотехніки, компанія Cadence, розробник програмного забезпечення для автоматизації проектування електронних пристроїв та інші.

Прикладом магістерської програми з цільовою аудиторією кваліфікованих працівників є програма комбінованого навчання зі спеціальності «Електротехніка» Школи інженерії Стенфордського університету з режимом часткового навантаження, що дозволяє поєднувати професійну діяльність з навчанням і проходити частину або всю підготовку дистанційно. Програма відома під назвою «Honors Cooperative program» [215].

За освітньо-кваліфікаційним рівнем у нашому корпусі дослідження магістерські програми поділяються на:

- програми, які ведуть до ступеню «магістра технічних наук»;
- програми, які ведуть до ступеню «магістр інженерії»;
- програми, які ведуть до ступеню «доктор філософії» (котермінальна програма);
- програми, які ведуть до ступеню «магістр» з різних спеціальностей (подвійний ступінь).

Результати дослідження освітніх програм з електроніки на магістерському рівні свідчать, що існує два типи ступеню «магістр»: «магістр технічних наук» (Master of Science in Engineering), скорочено MSE, M. Sc. Eng. або MScEn, та «професійний магістр» (Master of Engineering), скорочено MEng, M.E. або M.Eng.

Більшість із проаналізованих нами магістерських програм, приклади яких були описані вище, є програмами підготовки для отримання ступеню «магістр технічних наук». Цільовою аудиторією програм, які ведуть до ступеня професійного магістра, є студенти, які мають намір працювати за професією одразу після закінчення підготовки, або ті, хто вже працює, але хоче перекваліфікуватися. Прикладом такої програми є магістерські програми університету штату Каліфорнії (Берклі) «Магістр інженерії» із спеціалізацією «Електротехніка і комп'ютерна інженерія» та «Магістр інженерії» університету південної Дакоти. Зокрема, у програмових вимогах до вступу на програму «Магістр інженерії» університету

штату Каліфорнії (Берклі) зазначено, що необхідною умовою є наявність хорошого рівня знань з предметів технічного циклу і комп'ютерної науки [108]. Тобто ця програма є відкритою не лише для тих, хто має ступінь «бакалавр» із електротехніки чи інформатики, але і для бакалаврів інших спеціальностей при умові, що вони зможуть підтвердити наявність знань в необхідних галузях шляхом вивчення певних дисциплін під час бакалаврату, виконання проєктів, досвідом роботи, публікаціями чи рекомендаційними листами. Магістерська програма, яка дозволяє отримати перший науковий ступінь «Доктор філософії» є котиермінальною програмою і була описана вище.

Таким чином, здійснена характеристика організації та мережі закладів вищої освіти щодо професійної підготовки фахівців з електроніки в США дозволила нам виокремити типи ЗВО, дослідити специфіку ЗВО, а також освітніх рівнів за якими ЗВО США здійснюють професійну підготовку фахівців з електроніки.

2.2. Зміст професійної підготовки фахівців з електроніки у закладах вищої освіти

Зростання ролі електроніки в усіх сферах діяльності, стрімка автоматизація виробництва, перехід на електронні засоби передачі та обробки інформації в повсякденному житті сучасної людини потребують формування такого змісту навчання фахівців з електроніки, який зможе забезпечити необхідний рівень їхньої освіти, розвиток ключових компетенцій, формування професійного мислення, вміння приймати рішення та реалізовувати їх у своїй фаховій діяльності, а також усвідомлення ролі та здатності до постійного професійного розвитку.

Зміст освіти – історична категорія, яка покликана виконувати соціальне замовлення суспільства, тобто задовольняти вимоги суспільства щодо підготовки необхідних фахівців. Оскільки з розвитком суспільства змінюються потреби в рівні та якості підготовки майбутніх фахівців, зміст освіти постійно оновлюється, тобто є величиною змінною. На змістове наповнення освіти впливає ціла низка чинників, які умовно можна поділити на дві групи: об'єктивні та суб'єктивні. Група об'єктивних чинників включає розвиток науки, техніки, технологій, генерування нових ідей, створення нових знань, потреби суспільства; суб'єктивні чинники,

натомість, відображають безпосередній вплив окремих категорій людей та організацій у суспільстві, наприклад, освітня політика держави, позиції вчених і т. ін. [2; 7; 11, с. 137].

У нормативних документах України, зокрема у «Положенні про освітньо-кваліфікаційні рівні (ступеневу освіту)» (Постанова Кабінету Міністрів України від 20 січня 1998 року № 65) зміст освіти визначається як «обумовлені цілями та потребами суспільства вимоги до системи знань, умінь та навичок, світогляду та громадських і професійних якостей майбутнього фахівця, що формується у процесі навчання з урахуванням перспектив розвитку науки, техніки, технологій і культури».

У педагогічній літературі зміст освіти вищої школи трактується з дидактичної точки зору, тобто як наукова інформація, яка є необхідною для вивчення, педагогічно обґрунтованою, логічно оформленою, відображеною у навчальній документації, що регулює процес навчання у будь-якому закладі вищої освіти [71, с. 345]. При цьому, як слушно вказує Н. Г. Батечко, формування освітніх професійних програм та навчальних планів повинно відбуватися відповідно до сучасних наукових принципів, тобто не бути простим переліком навчальних дисциплін, а забезпечувати їхню циклічність та наступність [3, с. 8]. На думку вченої, у сучасній педагогічній науці сформувалася система дидактичних принципів формування змісту освіти у вищій школі, яка складається з двох груп: загальнодидактичних принципів (науковості освіти і навчання; єдності теорії і практики, освіти і навчання; систематичності і послідовності; розвивального і виховного характеру навчання; доступності; структурної єдності предметної та процесуальної сторін змісту освіти; взаємозв'язку змісту, форм і методів навчання); і специфічних принципи формування змісту професійної підготовки (узгодженість змісту освіти з цілями підготовки майбутніх фахівців, а також основними видами професійної діяльності фахівців у ході навчання; принципи випереджаючого (прогностичного) характеру змісту освіти; принципи врахування закономірностей професійного становлення) [3, с. 8].

Оскільки зміст освіти відображається в навчальній документації та регулюється нею, дослідження особливостей формування змісту освіти фахівців з електроніки в США вважаємо за доцільне проводити на основі аналізу освітніх

програм та навчальних планів провідних закладів вищої освіти США, що забезпечують підготовку фахівців у цій сфері.

Освітня програма – система освітніх компонентів на відповідному рівні вищої освіти в межах спеціальності, що визначає вимоги до рівня освіти осіб, які можуть розпочати навчання за цією програмою, перелік навчальних дисциплін і логічну послідовність їх вивчення, кількість кредитів ЄКТС, необхідних для виконання цієї програми, а також очікувані результати навчання, якими повинен оволодіти здобувач відповідного ступеня вищої освіти [63].

Освітня програма служить підставою для розробки навчального плану, який визначає перелік та обсяги навчальних дисциплін у кредитах ЄКТС, послідовність вивчення дисциплін, форми проведення навчальних занять та їх обсяг, графік навчального процесу, форми поточного і підсумкового контролю [37, с. 9].

Освітні програми та навчальні плани, як правило, розміщені на сайтах університетів США. Однією з особливостей американської системи вищої освіти у цьому відношенні є те, що заклад вищої освіти пропонує лише рекомендований навчальний план з розподілом та послідовністю дисциплін. Здобувачі формують свої плани навчання самостійно, тобто укладають перелік і послідовність вивчення дисциплін, але відповідно до вимог програми.

Розглянемо детальніше специфічні характеристики підготовки фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США на двох рівнях: першому (бакалаврському) та другому (магістерському). Навчання за програмами бакалаврату та магістратури передбачає отримання теоретичних знань та практичних умінь і навичок, на основі яких майбутні фахівці можуть сформувані відповідні компетентності для дослідження, проєктування, розробки та тестування електронних компонентів та систем для комерційного, промислового, військового чи наукового використання, застосовуючи практичний підхід, який базується на глибоких теоретичних знаннях.

У науковій літературі компетентності визначаються як набір знань, навичок і ставлень, де [44]:

- Знання формуються на основі фактів, цифр, концепцій, ідей і теорій, на яких базується розуміння певної сфери або предмета;

- навички визначаються як здатність та спроможність виконувати різні дії та використовувати наявні знання для досягнення цілей;
- ставлення описують диспозиції сприйняття і налаштованості щодо ідей, людини або ситуації й спонукають до відповідних реакцій або дій.

Компетентності визначають якість і результати професійної діяльності. Вони не є сталою категорією, а можуть змінюватися під впливом практичного досвіду, навчання та самовдосконалення.

Набір знань, навичок, вмінь та ставлень, необхідних інженерам для здійснення ефективної професійної діяльності, окреслений в «Моделі компетентностей інженерів» (2015) Адміністрації у справах працевлаштування та професійної підготовки США [146]. Вона складається із компетентностей, які можна умовно віднести до двох груп: основоположні компетентності та спеціально галузеві компетенції. Кожна з цих груп, у свою чергу, розподіляється на окремі підгрупи. Так, група загальних компетентностей включає, по-перше, компетентності особистої ефективності або так звані «м'які навички» (soft skills), що забезпечують взаємодію та хороші відносини між людьми і які набуваються в оточенні сім'ї та суспільства й вдосконалюються під час навчання та пізніше в професійному середовищі; по-друге, навчальні або академічні компетентності, які включають різноманітні когнітивні функції та стилі мислення й розвиваються в навчальному середовищі; і, по-третє, компетентності, необхідні на робочому місці, що охоплюють мотивацію, особисті якості, стилі міжособистісного спілкування та самокерування, які є необхідними в різних професіях.

Спеціально галузеві компетентності складаються із двох підгруп: 1) загальногалузеві компетентності, до яких відносяться знання, навички та вміння, що слугують своєрідним загальним компетентнісним каркасом і необхідні для здійснення ефективної професійної діяльності інженерів у промисловості незалежно від галузі, таким чином уможлиблюючи безвтратний перехід працівників з однієї галузі до іншої, та 2) галузеві компетентності, що охоплюють знання, навички та вміння інженера, характерні для окремої галузі [146].

Результати аналізу освітніх програм підготовки фахівців з електроніки з огляду на освітні цілі та очікувані результати навчання дозволив визначити ключові компетентності, на формування яких вони спрямовані. У цілому освітні програми

відкривають перед здобувачами різні кар'єрні можливості. Як зазначено в пояснювальній записці до освітніх програм з електротехніки Єльського університету, очікувані результати навчання готують студентів до кар'єри, яка може розвиватися в чотирьох напрямках: 1) науково-дослідницька кар'єра передбачає продовження підготовки на третьому докторському ступені із обов'язковим виконанням дослідження, результати якого повинні мати широке практичне застосування, а також подальшу викладацьку діяльність у закладі вищої освіти; 2) кар'єра в промисловості дозволяє випускникам зайняти керівні посади, що вимагають високого рівня сформованості вмінь керування та вирішення проблем; 3) підприємницька кар'єра створює можливості для застосування здобутих знань, навичок та вмінь під час навчання для створення власного стартапу, пов'язаного із створенням приладів, необхідних для сучасного суспільства; 4) нетрадиційним продовженням кар'єри фахівця з електроніки можуть стати такі сфери, як бізнес, медицина, право і т. ін., тобто ті галузі, де можливо застосувати знання інженерії [236].

У ході дослідження було встановлено, що освітні програми, сформовані у відповідності до «Моделі компетентностей інженерів» і мають на меті створення можливостей для розвитку як загальних компетенцій, так і спеціально-галузевих. При цьому необхідно відзначити, що бакалаврські освітні програми є більш зорієнтовані на формування всегалузевих компетенцій, в той час як магістерські освітні програми забезпечують їхню подальшу вузькогалузеву специфікацію.

Що стосується загальних компетентностей, результати дослідження показують, що їх можна віднести до таких груп [146]:

- комунікативні вміння;
- командна робота;
- критичне мислення;
- вирішення проблем і прийняття рішень;
- інформаційна грамотність;
- технологічна грамотність;
- креативне мислення;
- культурна компетенція;
- міжкультурна компетенція та глобальна обізнаність;

- громадянська активність як особистості та професіонала;
- особистий та професійний розвиток і навчання протягом життя.

Серед комунікативних вмінь особлива увага звертається на розвиток вмінь спілкуватися в двох основних формах комунікації: письмовій та усній, а також за допомогою візуальних засобів, уміти бути медіатором. Крім цього, в межах освітніх програм наголос робиться на формуванні комунікативних вмінь у трьох вимірах: особистому, професійному й науковому. Зокрема, вказується, що ціллю програми є підготовка «фахівців, які володіють вмінням усного і писемного спілкування на належному рівні» [147].

У багатьох випадках у формулюванні програмних цілей комунікативні вміння розглядаються як здатність знаходити спільну мову з різними людьми, тобто у середовищі колег та з тими, хто не належить до професії. Наприклад, наголошується на «розумінні ролі спілкування в технічному середовищі та в загальному суспільному контексті» [99].

У ході дослідження освітніх програм було встановлено, що однією із загальних компетентностей є розуміння та здатність до безперервного професійного вдосконалення та розвитку. Зокрема, вказується, що готуються «ефективні професіонали» [147], «професіонали, які усвідомлюють потребу постійно вдосконалюватися та розвиватися» [147], «розвиваються у відношенні до своїх професійних обов'язків» [144], вміють «адаптуватися до змін за допомогою безперервного особистого та професійного розвитку» [144]. Крім цього, значна увага приділяється розвитку здатності до навчання протягом життя, формуванню усвідомлення цінності професійної освіти. Наприклад, однією з програмних цілей освітньої програми «Технології електротехніки та електронної інженерії» для отримання ступеню бакалавра Університету Ферріс є сформоване вміння і бажання продовжувати навчання у різний спосіб, включаючи підготовку за програмами вищих рівнів (магістерському і докторському). Бакалаврська програма «Електротехніка» Стенфордського університету спрямована на забезпечення всеоб'ємних глибинних знань і вмінь, необхідних для успішного навчання на наступних магістерському та докторському рівнях вищої освіти та протягом життя.

Щодо розвитку здатності працювати в команді, наголошується на вмінні бути командним гравцем у професійному середовищі. Зокрема, вказується що освітні

програми готують «професіоналів, які здатні ефективно працювати в команді» [147], «ефективно працюють у команді над вирішенням професійних завдань» [144].

Значна увага приділяється вмінню працювати в багатопрофільних та різнопланових командах, що в освітній бакалаврській програмі сформульовано як «ефективно працюють у багатопрофільних командах» [144, 216].

Креативне мислення в контексті підготовки фахівців з електроніки тісно пов'язане із технічними знаннями та здібностями і виражається в умінні розробляти системи, прилади, їхні частини, проектувати і конструювати їх [216].

Ключовою загальною компетентністю переважна більшість освітніх програм визначають також активну громадську позицію фахівця-інженера в суспільстві, який здатен бути рушієм позитивних змін. Крім цього, зазначається, що важливими компонентами цього вміння є усвідомлення фахівцями виключної цінності професії інженера в сучасному світі. Наприклад, фахівці, які високо оцінюють свою професію та усвідомлюють її роль у суспільстві [147]; розуміють свою професійну й етичну відповідальність [216]; обізнані з сучасними актуальними проблемами» й усвідомлюють «роль інженерних рішень на глобальному та локальному суспільному рівнях, а також в економіці й у сфері охорони навколишнього середовища [216].

Міжкультурна компетентність передбачає розуміння ролі різноманіття в сучасному світі, вміння співпрацювати та співіснувати у середовищі представників як різних культур і націй, так і поглядів, толерантне ставлення до оточуючих в особистому, суспільному та професійному середовищах. Зокрема, наголошується, що дипломовані фахівці повинні демонструвати етичну поведінку [137], етичні та соціальні цінності високих стандартів [142].

Значна увага в досліджуваних нами освітніх програмах приділяється вмінню визначати, формулювати та вирішувати проблеми у сфері інженерії. Зокрема, вказується на тому, що здійснюється «підготовка професіоналів, які здатні вирішувати проблеми» [147], приймати обґрунтовані рішення на основі технічних знань та досвіду.

Узагальнені результати аналізу вимог до здобувачів освітнього рівня «бакалавр» у сфері електроніки в університетах США подані в Додатку Г.1.

Як бачимо, вимоги до студентів здобувачів освітнього рівня «бакалавр» у сфері електроніки в університетах США відрізняються залежно від освітньої

установи. Проте можна виділити декілька загальних тенденцій. По-перше, переважна більшість бакалаврських освітніх програм окремо окреслює умови, які необхідно виконати для вступу на навчання, та вимоги, які є обов'язковими для отримання ступеню «бакалавр» з обраної спеціальності. Зокрема, загальні вимоги до вступників, як правило, включають перелік предметів (дисциплін, курсів), які вони повинні опанувати до вступу. При цьому в багатьох програмах може встановлюватися загальний середній бал успішності та кількість необхідних кредитів. Наприклад, загальні вимоги до вступників бакалаврської освітньої програми «Технології електроніки та комп'ютерної інженерії» Університету Боулінг Грін включають курси з гуманітарних, мистецьких та суспільних наук, зокрема: основи написання творів та усного спілкування, математична грамотність, культурне різноманіття, наукове письмо загальною кількістю кредитів не менше 36. Загальний середній бал з курсів, які вивчаються до вступу, повинен бути не менше 2.25. Натомість, основним критерієм відбору вступників для навчання за програмою «Електротехніка» Стенфордського університету є успіхи в навчанні. При цьому відсутній встановлений мінімальний середній бал успішності, а рішення щодо кандидатів приймаються окремо із урахуванням різноманітних факторів.

Загальні вимоги до здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» здебільшого містять мінімальну кількість кредитів та встановлюють накопичений середній бал успішності з усіх або окремих дисциплін. Розглянемо окремі загальні тенденції щодо формування вимог до вступників та здобувачів ступеню «бакалавр» у сфері електроніки в закладах вищої освіти США детальніше.

Як показують результати аналізу, більшість бакалаврських освітніх програм, що є предметом нашого розгляду, містять вимогу, що стосується комунікативних навичок. Особливий пункт, що стосується рівня сформованості комунікативних вмінь, міститься серед загальних вимог до студентів Массачусетського технологічного інституту. Варто зазначити, що ця умова є необхідною для виконання як вступниками, так і здобувачами освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр». Особливістю освітньої програми «Електротехнічна наука й інженерія» згаданого закладу є також вимога, що стосується фізичної культури, а саме вміння плавати та проходження не менше, ніж чотирьох відповідних курсів [108].

Однією з умов успішного виконання програми «Електротехніка» Стенфордського університету є виконання трьох різнорівневих курсів, які спрямовані на розвиток навичок писемного спілкування у професійному середовищі інженерів: курси першого рівня сприяють формуванню загальних вмінь представляти в письмовій формі результати наукового аналізу літератури, свого дослідження, аргументи і висновки; на другому рівні додаються вміння представити результати свого дослідження в усній формі у вигляді презентації та медіа-джерелах; дисципліни третього рівня сфокусовані на написанні текстів різних форматів і стилів у вузькоспеціалізованому середовищі [215].

Значна роль предметам гуманітарного циклу та комунікації відводиться також в Університеті Боулінг Грін. Так, необхідною умовою для вступу є завершення курсів з основ написання творів та усного спілкування, математичної грамотності, культурного різноманіття, наукового письма, по два курси з гуманітарних та мистецьких наук, природничих наук та соціальних і поведінкових наук [147].

У ході дослідження було встановлено, що більшість проаналізованих освітніх програм містять вимогу, що стосується загальноосвітніх дисциплін, як до вступників, так і до здобувачів освітнього рівня «бакалавр». У багатьох випадках необхідною умовою отримання ступеню є завершення окремої загальноосвітньої програми. Прикладами можуть слугувати такі установи вищої освіти, як університет Східного Мічигану із програмою «Загальноосвітня програма: підготовка до участі у світовому співтоваристві», університет Ферріс, де з 2017 року діє «Оновлена загальноосвітня програма».

Вимоги до вступників та здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» у Єльському університеті значно відрізняються від тих, які встановлюються іншими закладами вищої освіти. По-перше, освітня програма не включає предмети гуманітарного циклу. Вимогами до вступників є попереднє вивчення чотирьох математичних предметів: диференційне числення функції однієї змінної I і II, математичний аналіз функції багатьох змінних, вступ до інформатики для інженерів та науковців та двох фізичних: університетська фізика I, II. Крім цього, протягом навчання здобувачі повинні оволодіти чотирма дисциплінами із математичних та інших фундаментальних наук, а також 13 курсами, що стосуються

електротехніки та пов'язаних із нею галузей. Студенти повинні також завершити чотири вибіркові курси, при чому рівень яких не нижче 400 [236].

У багатьох освітніх програмах зазначений ценз навчання в закладі як одна із вимог до здобувачів ступеня «бакалавр» з електроніки. Ценз навчання (credit hour residency requirement) – це вимога, що встановлює мінімальну кількість кредитів, яку здобувач повинен виконати в закладі вищої освіти, за програмою якого він навчається. Наприклад, Університет Східного Мічигану має дві вимоги стосовно цензу навчання в закладі. По-перше, здобувачі ступеня «бакалавр» із спеціальності «Технології електронної інженерії» для успішного завершення програми повинні виконати 30 кредитів із 124 саме цьому закладі. Крім цього, іншою вимогою встановлюється, що 10 кредитів із останніх 30 повинні бути виконані так само в цьому університеті [137].

У Блумсбургському університеті для здобувачів ступеня «бакалавр» за спеціальністю «Технології електронної інженерії» ценз навчання у закладі встановлений на рівні 30 з останніх 45 кредитів. Тобто 30 кредитів з останніх 45 студент повинен отримати саме в цьому університеті.

Ще однією загальною тенденцією щодо вимог до здобувачів освітнього рівня «бакалавр» є встановлена мінімальна кількість балів та кредитів. Що стосується мінімальної кількості балів, вона може встановлюватися як у відношенні до предметів, вивчення яких є обов'язковою умовою вступу, так і стосовно курсів, що входять безпосередньо до освітніх програм.

Наприклад, вимога до вступників освітнього рівня «бакалавр» з електроніки щодо проходження обов'язкових курсів встановлена в освітній програмі «Технології електроніки та комп'ютерної інженерії» Університету Боулінг Грін з середнім балом успішності не менше 2.25 [147].

Необхідною умовою вступу на програму «Технології електронної інженерії» Університету Деврі є успішне складання стандартизованих іспитів із двох предметів: математики та англійської. Потенційні абітурієнти можуть вибрати один із трьох іспитів: «Академічний оціночний тест» SAT (Scholastic Assessment Test), «Американське тестування» ACT (American College Testing) або іспит при університеті. При цьому встановлені такі мінімальні бали:

- «Академічний оціночний тест» (SAT): математика 500 балів; читання 25 балів;

- «Американського тестування (ACT): математика 17 балів; читання 17 балів;
- іспит Університету Деврі: математика – арифметика 92 бали, алгебра 50 балів; англійська – письмо 20 балів, читання 75 балів [144].

Серед вимог для вступу на програму «Технології електротехніки й електронної інженерії» є ступінь асоціата або еквівалентний ступінь із супутньої спеціальності з курсами з математики та початків аналізу із накопиченим середнім балом успішності не менше 2.35.

У більшості освітніх програм встановлений мінімальний накопичений середній бал успішності щодо їхнього виконання: Блумсбургський університет – 2.00 з основних курсів, Університет Боулінг Грін – 2.5, Університет Деврі – 2.00, Державний університет Ферріс – 2.00 за загальноосвітню програму, Університет Східного Мічигану – 2.00 [137; 142; 144; 147].

Крім мінімального накопиченого середнього балу, в освітніх програмах може міститися вимога щодо мінімального балу, який студенти повинні отримати за конкретно вказані дисципліни, що здебільшого відносяться до практико-професійної складової. Прикладами можуть слугувати: Університет Ферріс, де встановлений мінімальний бал «С» з двох предметів практично-професійної підготовки з розширенням «Electronic Communication Network (ECNS)» (Електронні комунікаційні мережі) та «Electrical/Electronics Engineering Technology «ЕЕЕТ» (Технології електротехніки й електронної інженерії); Університет Боулінг Грін – «С» з 8 курсів, серед яких дисципліни фундаментального циклу (математика, фізика, і т. ін.) та фахові (електричні та електронні системи, електронні мікросхеми, цифрові електронні комп'ютерні системи і т. ін.).

Результати аналізу освітніх програм ЗВО США також показують, що доволі розповсюдженою є вимога щодо кількості кредитів та рівнів курсів, за які ці кредити потрібно набрати. В американських ЗВО курси традиційно позначаються кодами, що, як правило, вказують рівень, до якого вони відносяться: 100- та 200-рівневі дисципліни належать до нижнього рівня і здебільшого читаються на двох перших роках навчання; 300- та 400-рівневі є курсами вищого рівня, що пропонуються на двох останніх роках навчання на першому ступені вищої освіти. У деяких освітніх програмах ці рівні вказуються не в сотнях а тисячах, відповідно є дисципліни 1000-, 2000-, 3000- і т. ін. рівневі. Такий опис рівнів є більш характерним для

магістерських освітніх програм. Наприклад, в освітній програмі «Технології електротехніки й електронної інженерії» університету Ферріс встановлено вимогу, відповідно до якої здобувачі освітнього рівня «бакалавр» повинні виконати 40 кредитів із курсів вищого рівня. В університеті Східного Мічигану здобувачі, які навчаються за програмою «Технології електронної інженерії» повинні здобути 124 кредити із курсів, рівень яких не нижчий за 100, а також не менше 15 кредитів із 300-рівневих (або вищого рівня) курсів, які читаються закладом [137; 142].

Трапляються випадки, коли заклад вищої освіти не висуває конкретних вимог до вступників. У пулі освітніх програм, що є предметом нашого аналізу, прикладом може слугувати бакалаврська програма «Технології електронної інженерії» університету Грентем. На сайті університету, зокрема, міститься інформація про те, що цей навчальний заклад не має жодних обмежувальних умов для вступу. Абітурієнтам пропонують заповнити заявку, після чого відповідні працівники допоможуть подолати всі кроки, необхідні для зачислення. Відсутність жорстких умов може пояснюватися тим, що цей заклад освіти відноситься до комерційних і зацікавлений у студентах [158].

Особливістю американських освітніх програм з електроніки є також те, що існують не тільки загальні вимоги до вступників та здобувачів ступеня «бакалавр», а також вимоги до вивчення окремих дисциплін. Як правило, такі вимоги вказуються в описі до кожного курсу і можуть включати, як вказівку предметів, які потрібно завершити на момент вибору певної дисципліни, так і необхідну кількість здобутих кредитів. Наприклад, для того, що почати вивчення предмету «Електричні машини й силові установки» (Блумсбургський університет), необхідно завершити «Аналіз електронних схем» (Circuit analysis). Вимогою для проходження курсу «Професійна орієнтація» (Блумсбургський університет) є 60 кредитів та два спеціалізовані курси за вибором. У свою чергу, цей курс є необхідною умовою для вивчення «Застосування інженерії в промисловості» (Engineering applications in industry).

Узагальнена інформація щодо вимог до абітурієнтів здобувачів ступеня «магістр» у сфері електроніки в університетах США подані в Додатку Г.2.

Як свідчать результати аналізу, вимоги до здобувачів освітнього ступеня «магістр», які вказуються у відповідних освітніх програмах, можна розділити на ті, які стосуються необхідних умов для вступу чи реєстрації на навчання за певною

програмою, та ті, які студенти повинні виконати для її успішного завершення. Щодо вступу на навчання за досліджуваними нами магістерськими освітніми програмами можна виділити наступні основні тенденції. По-перше, кожна програма обумовлює наявність у вступників певного рівня освіти, який визначається освітнього «бакалавр» із вказівкою певної спеціальності, або у випадку котермінальної програми зазначається відповідна бакалаврська освітня програма, за якою навчається студент на час вступу: наприклад, ступінь бакалавра з інженерії, технології, науки або спорідненої галузі («Системотехніка» університет штату Арканзас (Літл-Рок)); ступінь бакалавра з «Електротехніки», «Комп'ютерної інженерії» («Електротехніка» університет Каліфорнії (Лос-Анджелес)), освітніх програм «Електротехніка й комп'ютерна інженерія», «Комп'ютерна наука»; «Електротехнічна наука й інженерія», «Електротехніка й комп'ютерні науки», «Комп'ютерна наука й інженерія». Іншою вимогою для зарахування на магістерську програму підготовки є середній накопичений бал успішності з дисциплін бакалаврської програми, а також кількість кредитів, які здобувач повинен виконати до офіційної реєстрації у статусі здобувача освітнього рівня «магістр» у випадку підготовки за котермінальною програмою. За результатами аналізу, середній накопичений бал успішності із дисциплін бакалаврської програми коливається від 3.0 до 4.25: наприклад, 3.0-3.3 («Системотехніка» університет штату Арканзасу (Літл-Рок)); 3.0 («Електротехніка» університет штату Каліфорнії (Лос-Анджелес)); 3.0 («Електротехніка й комп'ютерні науки» університет штату Каліфорнії (Берклі)); 4.25 («Магістр інженерії» Массачусетський технологічний інститут). Для можливості розпочати підготовку за котермінальною магістерською програмою «Електротехніка» в університеті штату Каліфорнії (Лос-Анджелес) студент повинен виконати 87 кредитів із дисциплін бакалаврської програми; за програмою «Магістр інженерії» в Массачусетському технологічному інституті – 96 кредитів з дисциплін спеціальності, з яких 24 кредити з дисциплін вищого рівня. Загальною вимогою для вступу на навчання на традиційну магістерську програму з повним періодом навчання є складання Загального вступного іспиту на другий рівень вищої освіти GRE General Test (Graduate Record Exam General Test) [90; 91].

Інша група умов стосується отримання здобувачами освітнього рівня «магістр». У кожній магістерській програмі вказується необхідна кількість кредитів,

які повинні виконати студенти для успішного завершення програми. Кількість кредитів відрізняється залежно від програми. Наприклад, відповідно до вимог котиермінальної освітньо-кваліфікаційної програми «Магістр інженерії» Школи інженерії Массачусетського технологічного інституту для отримання ступеню магістра студенти повинні виконати 90 кредитів із дисциплін, передбачених цією програмою, а також 180 кредитів із курсів відповідної бакалаврської освітньої програми. 90 кредитів складаються із 66 кредитів, які здобуваються у результаті вивчення вибраних курсів, та 24 кредитів, які надаються за результатами виконання кваліфікаційної роботи. При цьому студенти повинні отримати не менше 42 кредитів із курсів, які відносяться до затвердженого переліку предметів магістерської програми підвищеного рівня (Approved Advanced Graduate Subjects) [169]. Проте в більшості досліджуваних магістерських програм кількість кредитів, необхідна для успішного завершення підготовки, коливається від 24 до 31.

Інша група вимог стосується рівня академічної успішності, що визначається мінімальним накопиченим середнім балом, який студенти повинні отримати з дисциплін магістерської програми, а також мінімальним балом за певні дисципліни. При цьому простежується загальна тенденція, що стосується мінімального балу з предметів магістерської програми, який визначається балом «В», та середнього накопиченого балу успішності, який коливається від 3.0 до 4.0.

Окремою вимогою встановлюється виконання підсумкової кваліфікаційної магістерської роботи.

Результати аналізу освітніх програм підготовки фахівців з електроніки на перших двох рівнях вищої освіти з огляду на їхню тривалість дозволив визначити декілька загальних характеристик.

Більшість програм бакалаврату розраховані на 4 або 4 з половиною років навчання. Прикладами можуть слугувати освітні програми «Електротехніка» Стендфордського і Єльського університетів, «Технології електронної інженерії» Блумсбургського університету, університету Деврі, університету Східного Мічигану, «Електротехніка та системотехніка комп'ютера» університет штату Арканзас (Літл-Рок) та інші. Бакалаврська програма «Електротехнічна наука й інженерія» Массачусетського технологічного інституту розрахована на 3 роки.

Програма «Технології електронної інженерії» Університету Грентем має тривалість 38 місяців (приблизно 3 роки).

Зазвичай тривалість бакалаврських програм є довшою, аніж чотири роки, якщо програма включає опцію комбінованого навчання. Зокрема, у Державному університеті Боулінг Грін освітня програма включає 8 кредитів практики. Один курс такої практики розрахований на один семестр і повний робочий день, тобто 40 годин на тиждень, або на два семестри з неповним робочим днем – 20 годин на тиждень. Це означає, що для того, щоб завершити навчання за чотири роки, студенти повинні проходити практику влітку, а також паралельно з навчанням. Відповідно до рекомендованого навчального плану програма комбінованого навчання розпочинається влітку після закінчення четвертого семестру в продовжується наступного літа після по завершенню шостого семестру Інакше тривалість програми продовжується на п'ять років [147].

Крім цього, більшість університетів пропонують бакалаврські програми за скороченим терміном навчання – 2 роки, при умові наявності ступеня асоціата із відповідної спеціальності. Наприклад, нормативний чотирирічний термін бакалаврської освітньої програми «Технології електротехніки й електронної інженерії» університету Ферріс може бути скорочений до двох років для тих студентів, які отримали ступінь асоціата з прикладних наук за спеціальністю «Технології промислової електроніки» (Industrial Electronics Technology) [142].

Варто зауважити, що тривалість підготовки напряму залежить від режиму навчання, тобто від індивідуального навчального плану студента, який визначає загальну кількість дисциплін і їхню послідовність для кожного року навчання. Індивідуальні плани складаються відповідно до загальних вимог закладу освіти щодо мінімальної і максимальної кількості курсів для кожного семестру. У переважній більшості проаналізованих нами навчальних закладів нормальний режим підготовки складається із 4-5 курсів на один семестр. Наприклад, У Єльському університеті необхідний особливий дозвіл Комітету з програм підготовки й академічної успішності (Committee on Honors and Academic Standing), якщо студент виявляє бажання вивчати три або більше п'яти дисциплін на семестр [236].

Щодо досліджуваних нами магістерських освітніх програм необхідно зауважити, що їхня тривалість залежить від типу, до якого вони відносяться. Тривалість традиційної магістерської програми з повним нормативним періодом підготовки здебільшого визначається кількістю кредитів, необхідних для виконання, щоб отримати ступеня «магістр». Наприклад, така опція міститься в освітній програмі «Системотехніка», яку пропонує університет штату Арканзас (Літл-Рок). Зокрема, зазначається, що однією з умов успішного завершення програми є виконання 31 кредиту, які включають виконання випускної кваліфікаційної роботи [227].

Така кількість кредитів, як правило, виконується протягом одного-двох років навчання. Для магістерських освітніх програм існує також тенденція вказувати допустимий період часу, протягом якого програма може бути завершена. Наприклад, в університеті штату Каліфорнії (Лос-Анджелес) 30 кредитів програми «Електротехніка» можна виконувати не більше семи років, які відраховуються від першого дня офіційної реєстрації у статусі здобувача ступеня «магістр» [140].

Котермінальні магістерські програми розраховані на 5 або 5 з половиною років підготовки. Проте варто пам'ятати, що така тривалість зумовлена поєднанням освітніх програм перших двох рівнів вищої освіти: бакалаврату і магістратури. Тобто, як зазначалося вище, ця програма складається із чотирьох повноцінних років підготовки за програмою бакалаврату та скороченого терміну навчання за програмою магістратури.

Аналіз освітньої програми для отримання ступеня бакалавра з електроніки з огляду на змістове наповнення дозволяє виділити декілька загальних тенденцій. Особливістю реалізації проаналізованих нами освітніх програм є те, що в умовах американської вищої освіти вони слугують основою для формування студентами їхніх індивідуальних планів навчання відповідно до прописаних у них вимог.

Більшість із проаналізованих нами закладів вищої освіти пропонують декілька онлайн інструментів на допомогу студентам у створенні їхнього індивідуального плану навчання, а саме: рекомендований або стандартний навчальний план, довідник для здобувачів відповідного освітнього рівня та Дорожня карта. Довідник вміщує важливу інформацію, що стосується усіх аспектів навчання за обраною освітньою програмою, яку пропонують факультети, коледжі, школи інженерії.

Цільовою аудиторією таких довідників є вступники й студенти, адже вони вміщують інформацію, що стосується акредитації основних освітніх програм, вимог для вступу за цими програмами на різні рівні вищої освіти, необхідних умов для їхнього успішного завершення, додаткових спеціальних програм, студентських товариств, можливостей, що стосуються студентської мобільності, обмінів і працевлаштування і т. ін. Прикладом можуть слугувати довідники Школи інженерії Стенфордського університету [216].

На переважній більшості сайтів із проаналізованих нами університетів є спеціальний онлайн інструмент, що називається «Дорожня карта» (Roadmap) – своєрідний інструмент планування навчання за вибраною освітньою програмою. «Дорожня карта» представляє рекомендований набір та послідовність курсів для певного року навчання.

Крім «Дорожньої карти», у першому семестрі університети також часто пропонують курси, що знайомлять із певною освітньою програмою та тими перспективами, які вона відкриває для здобувачів вищої освіти, а також з профільними дисциплінами STEM-циклу. Наприклад, освітні програми Школи інженерії Стенфордського університету містять такі курси, як «Хочеш бути інженером?» (Want to be an Engineer?), «Ввідні семінари» (Introsems) та «Основи інженерії» (Engineering Fundamentals). Відповідно до інформації, яка розміщена у «Довіднику для студента 2019-2020 р.р.», «Ввідні семінари» розроблені для здобувачів, які навчаються за різними освітніми програмами з інженерії, зокрема «Аеронавтика», «Біоінженерія», «Хімічна інженерія», «Комп'ютерні науки» і т. ін., та надають можливість працювати у малих групах над темами, які не входять до навчальних програм з цих спеціальностей. Наприклад, «Вступні семінари» на 2019-2020 навчальний рік включають 13 семінарів для першокурсників, два з яких призначені для студентів спеціальності «Електротехніка», а саме: «Інформаційна наука» (Science of Information) і «Що таке нанотехнологія?» (What is Nanotechnology?), та 13 – для другокурсників [216].

Аналіз освітніх програм для отримання ступеню бакалавра з електроніки з огляду на змістове наповнення показує, що наявні в них курси можна умовно розділити на дві групи:

- 1) дисципліни загального циклу;

2) дисципліни практично-професійної підготовки.

До дисциплін загального циклу належать предмети, які відповідають за розвиток «загальноосвітніх» компетентностей студентів, якими повинна володіти будь-яка людина для того, щоб займати активну позицію в особистому, суспільному та професійному житті, незважаючи на вибрану спеціальність. Вони сприяють формуванню всебічного освітнього фундаменту, без якого неможливе належне засвоєння курсів практично-професійної складової. Більшість дисциплін «загальноосвітнього» напряму сприяють розвитку критичного та аналітичного мислення, схвального ставлення до культурної різноманітності, вміння спілкуватися в усній та писемній формах, вирішувати проблеми і т. ін. Крім цього, вони знайомлять студентів із основними методами і прийомами, які використовуються для дослідження в сучасній науці, та сприяють формуванню необхідних компетенцій для навчання протягом життя.

У сучасному американському освітньому просторі циклу загальної підготовки відводиться чільне місце в освітніх програмах. Про це свідчить той факт, що загальноосвітні предмети або кредити із загальноосвітніх предметів (General educational credits) є фундаментальною частиною освітніх програм «бакалавр». Однією із поширених тенденцій є наявність окремих загальноосвітніх програм, які є невід'ємною частиною освітніх програм. Прикладами можуть слугувати університет Східного Мічигану, університет Ферріс, Стенфордський університет, університет Грентем, університет штату Каліфорнії (Лос-Анджелес). Розглянемо їх детальніше.

Університет Східного Мічигану має загальноосвітню програму, яка називається «Загальноосвітня програма: підготовка до участі у світовому співтоваристві», виконання якої є необхідною умовою для отримання ОКР «бакалавр» з будь-якої спеціальності. Вона складається із п'яти категорій: «Ефективна комунікація», «Кількісне мислення», «Знання дисциплін», «Погляди на різноманітність у світі» і «Навчання поза межами аудиторії». Більшість з них вміщують декілька окремих груп [137].

Категорія «Ефективна комунікація» включає два курси: «Основи написання творів II» та «Основи усної комунікації» [137].

До категорії «Кількісне мислення» належить 18 дисциплін, що мають своїм фокусом аналіз даних за допомогою різноманітних кількісних прийомів і

відносяться до математичних наук: «Алгебра для коледжів», «Математичне мислення», «Теми з початків аналізу», «Математичний аналіз I», «Логіка і теорія моделей» і т. ін.; економічних наук і бізнесу: «Принципи макроекономіки», «Вступ до аналізу даних в бізнесі», «Особисті фінанси» і т. ін.; політичних і соціологічних наук: «Вступ до політичного аналізу», «Кількісні дані в соціології», «Елементарна статистика» і т. ін.

Категорія «Знання дисциплін» підрозділяється на 4 групи: 1) курси мистецького циклу, які включають 34 дисципліни, що відносяться до різних видів мистецтва: театральне мистецтво, кінематограф, образотворче мистецтво і живопис, фотографія, графічний дизайн, музика, танці, креативне письмо, балет і т. ін.; 2) курси гуманітарного циклу (біля 60 дисциплін), що фокусуються на літературі, іноземних мовах (німецька, французька, іспанська, китайська і т. ін.), філософії, релігії, фемінізму; 3) курси, які стосуються природничих наук, а саме: біології, ботаніки, астрономії, хімії, зоології, біохімії, наук про Землю, фізики, психології, геології, екології; 4) курси із циклу соціальних наук, які стосуються расизму, поведінкових наук, права, економіки, географії, лінгвістики, політології, соціології і т. ін [137].

Категорія «Погляди на різноманітність у світі» вміщує дві групи дисциплін: «Глобальна обізнаність» (55 курсів) та «Різноманіття США» (32 курси).

До категорії «Навчання поза межами аудиторії» відносяться 6 підгруп курсів, основна увага яких зосереджена на вмінні навчатися протягом життя, вдосконалюватися як особистість і фахівець, професійно розвиватися, а також на становленні як особистості та розуміння ролі інженера в суспільстві. Одна з підгруп стосується навичок наукового дослідження [137].

В університеті Ферріс загальноосвітня програма була переглянута в 2017 році. На сьогодні в цьому закладі функціонує «Оновлена загальноосвітня програма», яка є обов'язковою для виконання для здобувачів ОКР «бакалавр» незалежно від спеціальності. Так само, як і в університеті Східного Мічигану, загальноосвітня програма є невід'ємною складовою освітньої програми «Технології електротехніки й електронної інженерії», за якою готуються фахівці з електроніки [142, 137].

Як зазначено в програмі, вона складається із трьох рівнів, які зорієнтовані на розвиток восьми компетенцій здобувачів: 1) загальні компетенції (foundation

competencies); 2) дистрибутивні компетенції (distribution competencies); і 3) прикладні компетенції (application competencies).

Група основоположних компетенцій включає комунікативну компетенцію (communication), яка передбачає володіння та ефективне використання комунікативних стратегій писемного, усного й невербального спілкування у різноманітних контекстах і з різними співрозмовниками, та математичну грамотність (quantitative literacy), що визначається як вміння інтерпретувати та обробляти цифрову інформацію й застосовувати її для вирішення реальних проблем.

Дистрибутивні компетентності охоплюють [142]:

- природничу (natural sciences), яка асоціюється з умінням використовувати емпіричні докази, на їхній основі формулювати й тестувати гіпотези та приймати рішення;
- культурну (culture), що передбачає розуміння, співіснування та взаємодію з представниками однієї і різних культур та з самою культурою як системою вірувань, цінностей, артефактів і т. ін.;
- особистісну і соціальну або «Своє «Я» і суспільство» (Self and Society), яка визначається здатністю брати активну участь у житті суспільства та усвідомлювати його вплив на самовизначення і роль людини в ньому;
- міжкультурну (diversity), яка передбачає обізнаність і розуміння взаємозв'язку і взаємозалежності локальних, регіональних, національних і глобальних факторів і народонаселень в особистому та професійному житті.

Група прикладних компетенцій має дві складові: вміння співпрацювати в команді (collaboration) і здатність приймати рішення для розв'язання проблем (problem solving).

Освітні програми Школи інженерії Стенфордського університету мають щонайменше чотири компоненти, що відносяться до загальноосвітньої складової: «Питання мислення» (Thinking Matters), що об'єднує дисципліни, зорієнтовані на формування розумових вмінь, необхідних для успішного навчання в університеті; «Програма з письма та риторики» (Program in Writing and Rhetoric), спрямована на розвиток комунікативних вмінь на письмі та в інших засобах передачі інформації, «Способи мислення/Способи вирішення питань» (Ways of Thinking/Ways of Doing) – унікальна програма Стенфордського університету, спрямована на формування цілої

низки інтелектуальних вмінь; та «Гуманітарні дисципліни для інженерів» (Humanities for Engineers). Програма «Способи мислення/Способи вирішення питань» (Ways of Thinking/Ways of Doing) охоплює обов'язкові дисципліни, кінцевим результатом яких є формування вмінь здобувачів у восьми напрямках [216]:

- Пізнання та розуміння мистецтва (Aesthetic and Interpretative Inquiry) – блок дисциплін, спрямованих на формування аналітичних методів та інтерпретативних навичок, необхідних для опанування, розуміння та оцінювання досягнень у галузях філософії, літератури, музики та зображувального мистецтва.
- Практичне кількісне мислення (Applied Quantitative Reasoning) – курси, зорієнтовані на розвиток вміння приймати рішення в умовах невизначеності та ризику на основі застосування активних методів аналізу складних систем та передбачення їхньої поведінки.
- Творче самовираження (Creative Expression) – дисципліни, що відповідають за інноваційну складову навичок та вмінь здобувачів вищої освіти, інженерів зокрема. Креативне мислення, вміння втілити свій задум та чітко доносити власні ідеї до інших є не тільки невід'ємними елементами успішної навчальної діяльності, а й необхідними умовами для створення сприятливого інноваційного середовища. Особливий наголос освітніх програм на навчальних курсах, що відносяться до різних галузей креативного мистецтва, відображає освітню філософію Стенфордського університету, що базується на тісному взаємозв'язку між дисциплінами, між теорією та практикою, між знаннями та інновацією, між «чистою» теоретичною наукою та її практичним застосуванням, між аналітичною чіткістю та креативністю.
- Залучення різноманіття (Engaging Diversity) – блок навчальних дисциплін, які сприяють усвідомленню й розумінню існування культурних, соціальних, національних і т. ін. відмінностей, що впливають на спілкування й співпрацю та дозволяють успішно справлятися із викликами, пов'язаними з культурним різноманіттям.
- Етичне мислення (Ethical Reasoning) формується на основі дисциплін, які вивчають різноманітні питання етики, наприклад, моральні права та обов'язки, справедливість, чесноти й вади, цінність індивідуального вибору людини, складові достойного життя і т. ін. Кінцевим результатом вивчення цих дисциплін є

формування вмінь робити правильні висновки щодо етичних проблем, приймати виправдані рішення й оцінювати взаємовиключні етичні претензії, які є необхідною умовою індивідуального розвитку особистості, її активної соціальної ролі та добробуту суспільства в цілому.

- Формальне мислення (Formal Reasoning) є необхідним типом мислення для вивчення дисциплін, які базуються на розвитку, розумінні та оперуванні символами відповідно до формальних правил, що, у свою чергу, слугують основою прийняття рішень та аналізу в усе більш складному світі.
- Дослідження суспільства (Social Inquiry) – блок дисциплін, які сприяють розвитку вміння критично осмислювати питання суспільної будови, усвідомлювати, визнавати й аналізувати форми соціальної та економічної організації суспільства, політичні інститути та ідеології, моделі соціальної стратифікації, мовні питання. Знання, вміння та навички, які формуються на основі вивчення соціально-орієнтованих курсів, є фундаментальними для розуміння поведінки й нахилів людей у суспільстві та виконання соціальної ролі відповідального громадянина.
- Методологія точних наук (Scientific Method and Analysis) – курси, які спрямовані на розвиток навичок та вмінь аналізувати й синтезувати інформацію, розуміти обмеження та переваги наявних теорій, ставити стратегічні питання та оцінювати емпіричні докази.

Компонент «Гуманітарні дисципліни для інженерів» (Humanities for Engineers) об'єднує дисципліни, що мають своїм фокусом історію, культуру, літературу та є фундаментом для розвитку вмінь, які відносяться до мислення, проведення досліджень і письма [216]:

На основі порівняльного аналізу загальноосвітніх програм, які є складовою частиною освітніх програм на бакалаврському рівні вищої освіти, можна зробити висновок, що вони включають дисципліни, які забезпечують формування таких компетентностей, як: комунікативні компетенції, мисленнєві компетенції (з фокусом на критичному, кількісному, етичному і формальному мисленні), креативність, культурну й міжкультурну компетентності. Особливого значення набувають також навички та вміння навчатися протягом життя, співпрацювати та творчо самовиражатися.

Така увага до загальноосвітнього компонента пояснюється тим, що, по-перше, на думку дослідників, вони формують необхідне підґрунтя для професійної підготовки, яка передбачає отримання набагато глибших знань і компетенцій [149]. Крім того, вважають, що інженери можуть зробити конструктивний вклад у розвиток сучасного суспільства лише за умови збалансованого формування технічних та суспільно-важливих компетенцій [118] або так званих «універсальних компетенцій» [40], відомих ще під назвами «загальні компетенції» [40; 41], «м'які навички» [208]. Універсальні компетенції відносяться до надпрофесійного рівня освіти, отже є невід'ємною характеристикою фахівця незалежно від спеціальності чи кваліфікації. Що стосується підготовки фахівців з електроніки, можна зробити висновок, що загальноосвітня складова забезпечує розвиток вмінь, які характеризують інженера як прогресивного члена суспільства, який здатний відчувати потребу в і здійснювати необхідні соціальні зміни.

У професійній літературі однією із класифікацій загальних компетенцій фахівців є модель, розроблена в межах пілотного проекту «Перебудова освітніх європейських структур» (Tuning Education Structures in Europe) за підтримки Європейської Комісії [225]. Відповідно до цієї моделі виділяються три групи загальних компетенцій (generic competences):

- інструментальні компетентності, які включають (когнітивні здібності, методологічні здібності, технологічні вміння, лінгвістичні вміння, комунікативні компетенції);
- міжособистісні компетенції, які охоплюють індивідуальні здібності такі, як соціальні вміння, що виражаються у здатності будувати здорові соціальні відносини, ефективно взаємодіяти з іншими, критикувати себе та інших, працювати в колективі, і т. ін.);
- системні компетентності, які стосуються здатностей та вмінь ефективно взаємодіяти з цілісними системами, що формуються на основі поєднання розуміння, сприйнятливості і знань, а також інструментальних та міжособистісних компетенцій. Окремими проявами системних компетенцій є вміння аналізувати складові системи і її цілісність, вміння планувати системні зміни, конструювати нові системи).

У звіті-резюме «Навички для сучасної України» (2015 р.), підготовленому за підтримками Світового банку, що представляє результати аналізу рівня професійних умінь кваліфікованого сектору економіки України та його вплив на зайнятість, продуктивність і рівень життя в нашій державі, вміння розглядаються у межах трьох категорій [41, с. 5]:

- Когнітивні вміння, до яких належить інтелект або розумові здібності, а також базові знання, що визначають рівень освіченості людини, і складніше мислення (наприклад, критичне мислення, прийняття рішень, вирішення проблем і т. ін.).
- Соціоемоційні вміння, що включають поведінку, особисті якості, за допомогою яких людина ефективно функціонує в особистих і соціальних ситуаціях (керування емоціями, робота в колективі, самокритика, побудова соціальних відносин і т. ін.).
- Технічні вміння, які охоплюють спеціальні знання, необхідні для виконання певної роботи (наприклад, для ремонту електронного обладнання або проектування, роботи на комп'ютері), а також психомоторна та мануальна спритність.

Результати аналізу освітніх програм підготовки фахівців з електроніки, що пропонують досліджувані нами заклади вищої освіти США, дозволив виділити основні тенденції з огляду на їхнє наповнення загальноосвітніми дисциплінами. Щодо змістового складу, компонент загального циклу підготовки фахівців з електроніки складається із курсів, які можна розділити на три групи:

- дисципліни соціально-гуманітарного і мистецького циклу;
- дисципліни, які належать до точних наук (математика та інформатика);
- дисципліни природничо-наукового циклу.

Незважаючи на універсальність, притаманну загальноосвітньому компоненту, зміст більшості дисциплін, які до нього відносяться, формується з огляду на спеціальність та спеціалізацію, оскільки, як зауважують Т. Банта і Дж. Пайк (Т. Banta, G. Pike), «найкращим способом для вивчення – й оцінювання – вмінь, таких як вміння письмової комунікації, вирішення проблем та аналітичного мислення є те, як вони застосовуються у відповідній галузі» [105]. Наприклад, багато з назв загальноосвітніх дисциплін містять вказівку на спеціалізацію: «Писемна комунікація у галузі інженерії», «Загальна хімія для інженерів», «Прикладна геометрія та математичний аналіз I для технологій».

Відповідно до результатів аналізу навчальних планів, обов'язковим компонентом дисциплін соціально-гуманітарного й мистецького циклу є курси, які забезпечують формування необхідних навичок та вмінь, які співвідносяться із усіма трьома групами загальних компетенцій, що описані вище, а саме: інструментальними, міжособистісними та системними.

У категорії інструментальних компетенцій значна увага приділяється лінгвістичній та комунікативній складовій. Як було зазначено вище, вимоги переважної більшості проаналізованих програм як до вступників, так і до здобувачів, головним чином, складаються із «загальноосвітніх» предметів, основним з яких є також ті, що навчають спілкуванню – письмовому або усному. Наприклад, освітня програма університету Бакнел, яка має окрему вимогу щодо навичок і вмінь письмового спілкування, містить 4-5 курсів, сконцентрованих на письмі [118]. У Массачусетському технологічному інституті необхідною умовою для вибору двох предметів з циклу «Інтенсивний курс розвитку комунікативних вмінь з обраної спеціалізації» є опанування не менше, ніж двома дисциплінами, що входить до переліку предметів блоку «Інтенсивний курс розвитку комунікативних вмінь у сфері гуманітарних наук, мистецтва та соціальних наук». Предмети цього блоку забезпечують формування загальних вмінь у двох формах комунікації: письмовій та усній, наприклад, чітко висловлювати свою думку, аргументувати свою точку зору, правильно використовувати різноманітні джерела інформації та наукові матеріали. На другому та третьому роках навчання студенти обирають не менше, ніж дві дисципліни, що входять до циклу «Спеціалізований інтенсивний курс розвитку комунікативних вмінь з обраної спеціалізації». Цей курс зосереджений на формуванні у студентів письмових та усних комунікативних вмінь, що включають вміння презентувати результати своїх досліджень усно та на письмі різним аудиторіям; вміння співпрацювати з аудиторією; вміння писати та редагувати професійні наукові статті самостійно або в групах [188].

На формування когнітивних здібностей, які також відносяться до інструментальних компетенцій, спрямовані, головним чином, точні науки, які в проаналізованих нами освітніх програмах представлені різними математичними дисциплінами та тими, що стосуються інформатики та програмування.

Категорія міжособистісних компетенцій, що полягає в умінні виражати свої почуття, ставлення, здатності до самокритики, роботи в команді та виконання етичних обов'язків, реалізовується цілісно за допомогою загальноосвітніх предметів та дисциплін практично-професійного блоку. Наприклад, освітні програми «Електротехніка та системотехніка комп'ютера» й «Електроніка й технології комп'ютерної інженерії» університету штату Арканзас (Літл-Рок) містять дисципліну гуманітарного циклу «Етика й суспільство: застосування з професійною метою» (Ethics and society: professional applications) [227].

Категорія системних компетенцій репрезентована в освітніх програмах за допомогою загальноосвітніх дисциплін, що мають своїм завданням формування в інженерів: розуміння різноманітності в сучасному світі, поваги до культури і звичаїв інших країн, народностей; вміння навчатися; вміння створювати нові ідеї, проекти і втілювати їх. Формування глобального бачення світу забезпечується включенням до програми іноземної мови або цілої низки спеціальних курсів. Іноземна мова як обов'язковий предмет є в програмі «Електротехніка» Стенфордського університету. Зокрема, для успішного завершення навчання на першому рівні вищої освіти здобувачі повинні виконати умову, що стосується іноземної мови. На їхній вибір пропонується виконати курс іноземної мови вартістю 4-5 кредитів на першому році навчання; або підтвердити проходження курсу іноземної мови до вступу із мінімальним балом 4-5 при оцінюванні досягнень з поглибленого вивчення предметів або із встановленими мінімальними балами від 540 до 640 залежно від мови із «Академічного оціночного тесту» (SAT). Освітня програма університету Бакнела містить опцію вибору: або іноземна мова, або курс «Глобальне спілкування» [216]. Однією з категорій загальноосвітньої програми університету Східного Мічигану є «Погляди на різноманітність у світі», яка вміщує дві групи дисциплін: «Глобальна обізнаність» (55 курсів) та «Різноманіття США» (32 курси). Обов'язковою вимогою для здобувачів ступеня «бакалавр» із спеціальності «Технології електронної інженерії» є завершення двох із них: по одному з кожної групи [137]. У програмі загального циклу університету Ферріс на розвиток міжкультурної компетенції спрямовані дисципліни трьох категорій: культурної компетенції, особистісної і соціальної та міжкультурної [142].

Вміння проводити дослідження, що є однією з системних компетенцій, головним чином формується у процесі дисциплін практично-професійного блоку, форма проведення яких включає лабораторні заняття, а також за допомогою виконання кваліфікаційних дипломних робіт та пректів.

Результати аналізу змісту освітніх програм та навчальних планів дозволяють виділити також дисципліни, що входять до блоку обов'язкових та вибіркових. Необхідно зауважити, що студентам пропонуються на вибір дисципліни обох, зазначених вище груп: з загальноосвітніх предметів та з курсів практично-професійної підготовки.

Загальні результати співвідношення обов'язкових та елективних курсів у проаналізованих нами в навчальних планах/освітніх програмах представлені в Додатку Д. Оскільки, як правило освітні програми включають велику кількість дисциплін, як обов'язкових, так і на вибір, з яких здобувач ступеня формує свій індивідуальний навчальний план, їхнє співвідношення аналізувалося на основі рекомендованого або стандартного навчального плану, який пропонується студентам у межах кожної програми.

Аналіз даних в Додатку Д свідчить про існування загальної тенденції щодо співвідношення обов'язкових та елективних дисциплін в освітній програмі. Як бачимо, у переважній більшості випадків, елективна складова займає від 20 до 30 відсотків.

У ході дослідження обов'язкової складової американських освітніх програм підготовки фахівців з електроніки на рівні бакалаврату було виявлено такі особливості. По-перше, необхідно вказати, що обов'язковими можуть бути як дисципліни загальноосвітнього блоку, так і ті, що відносяться до практично-професійної підготовки. Розглянемо їх детальніше.

Серед обов'язкових соціально-гуманітарних і мистецьких дисциплін, які входять до програми підготовки фахівців з електроніки ступеня «бакалавр», можна виділити декілька груп:

- курси, спрямовані на формування та розвиток комунікативних вмінь: «Основи писемного спілкування для навчання в коледжі», «Наукове письмо», «Основи написання творів» (різного рівня), «Ораторське мистецтво», «Технічне

письмо», «Технічне письмо вищого рівня», «Основи усної комунікації», «Писемна комунікація у галузі інженерії»

- курси, що відносяться до гуманітарних наук: «Технологія, суспільство і культура», «Етичні та правові питання у професійній діяльності»;
- курси, які належать то соціальних та поведінкових наук: «Міжособистісне спілкування», «Культура і суспільство», «Соціологія навколишнього світу», «Принципи економіки»;
- курси, які сфокусовані на формуванні та розвитку здатності до професійного розвитку: «Кар'єрний розвиток», «Критичне мислення та вміння приймати рішення».

До обов'язкових дисциплін природничо-наукового циклу належать:

- фізика: «Механіка» / «Механіка, звук і теплота» / «Хвильова механіка і квантова фізика» / «Механіка і спеціальна теорія відносності» / «Загальна фізика» (різного рівня) / «Курс університетської фізики» (різного рівня) / «Сучасна фізика для інженерів» / «Прикладна фізика із лабораторним практикумом» / «Електроенергія і магнетизм» / «Електроенергія, магнетизм і хвилі»;
- хімія: «Хімія для точних наук», «Класична та сучасна фізика», «Загальна хімія» (різних рівнів), «Загальна хімія для інженерів».

Обов'язкові математичні дисципліни представлені такими предметами: «Вища математика» (різного рівня), «Векторне числення для інженерів», «Звичайні диференційні рівняння для інженерів», «Диференційні рівняння», «Звичайні диференційні рівняння з лінійною алгеброю», «Лінійна алгебра» / «Лінійна алгебра і диференційне числення функцій багатьох змінних» / «Лінійна алгебра і часткові диференційні рівняння для інженерів» / «Лінійна алгебра з теорією матриці», «Вступ до матричних методів», «Математичні основи обчислення», «Вступ до вищої математики», «Алгебра і початки аналізу», «Прикладна статистика», «Математичний аналіз й аналітична геометрія», «Алгебра для студентів коледжу», «Прикладний аналіз» (різного рівня), «Прикладна геометрія та математичний аналіз I для технологій», «Тригонометрія», «Алгебра вищого рівня – аналітична тригонометрія», «Аналітична геометрія – математичний аналіз 1/2».

Статистика представлена такими предметами, як «Аналіз вірогідних систем», «Вступ до вірогідності для інженерів у сфері обчислювальної техніки». Серед

курсів, що стосуються інформатики та основ програмування в освітніх програмах є такі: «Програмування мовою Пайтон (Python)», «Вступ до програмування мовою Пайтон (Python)», «Основи програмування», «Вступ до програмування», «Програмування з лабораторним практикумом».

Особливістю дисциплін практико-професійного блоку є те, що назви курсів значно відрізняються від закладу до закладу. Порівняльний аналіз освітніх програм закладів вищої освіти, що стали предметом нашого дослідження, з огляду на їхнє наповнення дисциплінами практично-професійного блоку дозволяє представити їх у вигляді такої класифікації:

- Дисципліни із вступу до професії й основ інженерії (Engineering Fundamentals): «Вступ до електроніки», «Розуміння суті: що таке електроніка», «Абстракції програмування (різного рівня)», «Вступ до електротехніки і комп'ютерної науки через робототехніку», «Вступ до комп'ютерного програмування мовою Python, «Вступ до обчислювального мислення і науки про дані», «Вступ до електротехніки і комп'ютерної науки», «Вступ до комп'ютерних систем» і т. ін.;

- Основні курси з електротехніки/електронної інженерії (Core/Basic electrical/electronic engineering courses): «Електронні схеми», «Електронні схеми й електроніка», «Електронні схеми і системи», «Обробка сигналів і лінійні системи I», «Сигнали», «Сигнали і системи», «Обчислювальні структури», «Вступ до алгоритмів», «Вступ до логічного мислення», «Наноелектроніка», «Інференція», «Аналогова і цифрова електроніка», «Аналіз мереж», «Теорія ймовірності й випадкові величини», «Основи силових систем», «Комп'ютерне навчання» та інші;

- Курси спеціалізації (Disciplinary Area Courses), які, в свою чергу, поділяються на такі сфери:

- *написання текстів із спеціальності*: «Лабораторні заняття з проектування цифрових систем», «Лабораторні заняття з проектування аналогового зв'язку», «Вступ до фотоніки», «Енергетична електроніка», «Екологічна електроніка», «Вступ до обробки цифрових зображень», «Обробка цифрових сигналів», «Проект з розробки програмного забезпечення», «Віртуальна реальність»;

- *проекткування*: «Лабораторні заняття з проектування цифрових систем», «Лабораторні заняття з проектування аналогового зв'язку», «Екологічна

електроніка», «Обробка цифрових сигналів», «Проект з розробки програмного забезпечення», «Віртуальна реальність»; «Формування двовимірних зображень» «Вступ до обробки цифрових зображень», «Вступ до фотоніки», «Проект з розробки програмного забезпечення»;

- *апаратне і програмне забезпечення*: «Штучний інтелект», «Конструювання програмного забезпечення», «Будова комп'ютера і системи»; «Досконально про комп'ютерні системи», «Комп'ютерні системи», «Архітектура цифрових систем», «Алгоритми і обчислення», «Конструювання цифрових систем», «Архітектура комп'ютера» та інші;

- *інформаційні системи / наука про інформаційні системи*: обробка сигналів і лінійні системи II», «Сигнали. Системи, інференція», «Електронні схеми II», «Комунікаційні мережі», «Аналоговий і цифровий зв'язок», «Наноелектроніка й обчислювальні системи».

У ході дослідження було встановлено, що провідними тенденціями щодо змістового наповнення освітніх програм із підготовки фахівців електроніки в американських закладах вищої освіти є наявність окремих навчальних курсів, таких як «Комбіноване навчання» (cooperative education), дисциплін, присвячених розвитку навичок писемного мовлення з обраної спеціальності, та тих, які націлені на формування вмінь проєктування та конструювання.

Наприклад, відповідно до освітньої програми Школи інженерії (спеціальність «Електротехніка») Стенфордського університету практично-професійний блок обов'язкових дисциплін включає групу курсів під назвою «Написання текстів із спеціальності». Дисципліни цього блоку спрямовані на розвиток навичок писемного мовлення у контексті вибраної спеціальності, тобто відповідно до професійно-обумовлених форматів і стилів, і передбачають виконання великої кількості письмових завдань і проєктів. Їхнє викладання забезпечує науково-педагогічний склад кафедр та відділень, які відповідають за читання дисциплін практично-професійного блоку. Для успішного завершення програми для отримання ступеню бакалавра із спеціальності «Електротехніка» студент повинен обрати і виконати одну дисципліну (3-5 кредитів) [216].

Іншою умовою успішного завершення навчання за бакалаврською програмою «Електротехніка» у Школі інженерії Стенфордського університету є виконання

одного курсу з блоку дисциплін «Проектування і конструювання». Студентам надається можливість вибору проекту з будь-якого розділу спеціалізації: апаратного і програмного забезпечення, інформаційних систем, фізичних технологій та науки [216].

Курс комбінованого навчання передбачає проходження студентами практики у реальних компаніях та установах, що спеціалізуються електроніці, яка часто є оплачуваною. Зокрема, у Блумсбургському університеті освітня програма, яка розрахована на 4,5 років навчання, передбачає шестимісячну оплачувану практику, яку студенти проходять у сьомому семестрі [99]. Таким чином, крім можливості здобути практичний досвід на реальному робочому місці, студенти отримують ще одну перевагу – своєрідне звільнення від оплати за навчання на період проходження практики. В освітній програмі «Технології електронної інженерії» університету Східний Мічиган зазначається, що у межах курсу «Комбіноване навчання з електронних технологій» студенти можуть проходити практику в сфері електроніки й бізнесу, які спеціалізуються на технологіях електронної інженерії. Проте освітня програма не вказує оплату як обов'язкову умову, а тільки як опцію [137].

Іншими словами, ця дисципліна створює можливості для поєднання навчання в аудиторії з практичною професійною діяльністю. На цей курс виділяється певна кількість кредитів та встановлюється форма оцінювання.

Результати аналізу показують, що кількість кредитів, яка відводиться на курс комбінованого навчання є від 3 до 4 : наприклад, в університеті Східного Мічигану 3 кредити, тобто стільки, як і на інші курси [137].

Цікавим для цілей нашого аналізу є також поділ дисциплін, який пропонує Массачусетський технологічний інститут. Нова освітня трирічна бакалаврська програма (2016 року) «Електротехнічна наука й інженерія» складається з трьох основних блоків, дисципліни яких побудовані відповідно до принципу зростаючої складності (Додаток В):

- Спочатку студенти опановують фундаментальні (основоположні) дисципліни, які забезпечують обширність та глибину знань, що стосуються різноманітних компонентів електротехніки та перетворення інформації, зокрема мікросхем й електроніки, прикладного застосування електромагнітних явищ, принципів розробки програмного забезпечення, сигналів та систем. Обов'язковими для студентів є від

трьох до чотирьох курсів цього циклу. Основні предмети (Header subjects) та лабораторна робота забезпечують оволодіння знаннями, практичними навичками та вміннями у межах підрозділів фахових дисциплін: мікроелектронні прилади та мікросхеми; комунікації, зв'язок, управління та обробка сигналів; біоелектрична наука та інженерія; комп'ютерна системна інженерія, розробка та аналіз алгоритмів; та штучний інтелект. Студенти повинні завершити не менше трьох курсів цього блоку та один курс із лабораторної роботи.

- Дисципліни підвищеного рівня базуються на курсах попередніх двох блоків і служать своєрідним вступом до широко визнаних галузей спеціалізації з електротехніки. Підвищений рівень може включати програми підготовки, які поєднують навчання з практичною діяльністю, наприклад навчання в ході виконання проєкту. Вони надають можливість для систематизації раніше отриманих знань та їхньої подальшої інтеграції у процесі набуття практичного досвіду. Студенти повинні завершити не менше двох курсів, які вони обирають відповідно до сфери своїх професійних інтересів та спеціалізації. Дисципліни підвищеного рівня закладають також фундамент для більш складних предметів, які викладаються на другому рівні вищої освіти, тобто входять до програми підготовки на ступінь магістра.

Результати нашого аналізу свідчать, що основоположні дисципліни відносяться до загальноосвітніх курсів, а саме до математичних та природничо-наукових предметів. Дві інші групи дисциплін асоціюються з курсами практично-професійної підготовки.

Результати аналізу освітніх програм з огляду на особливості їхнього наповнення елективними курсами свідчать про декілька основних тенденцій. По-перше, так само, як і у випадку з обов'язковими дисциплінами, студентам пропонуються на вибір курси, що відносяться до двох згаданих вище груп: загальноосвітніх та практико-професійної підготовки. У цьому відношенні досить показовою є освітня програма університету Бакнел, у якій курси за вибором розподіляються на три цикли. Перший складається із дисциплін, які відносяться до «загальноосвітнього» компоненту програми, з яких студенти повинні вибрати п'ять. Обов'язковим є те, що студенти повинні пройти по одному курсу із соціальних наук, та гуманітарно-мистецьких дисциплін. Інші три курси можуть бути комбінацією

соціальних, гуманітарних, мистецьких дисциплін. Крім цього, інші елективи стосуються письмової комунікації і вивчаються для того, щоб виконати вимоги до формування письмових вмінь студентів. Один курс за вибором повинен бути із циклу точних або природничих наук [118].

Другий цикл курсів за вибором стосується професійних дисциплін і називається «Основні вибіркові (елективні) курси». Студентам пропонується обрати дві дисципліни із: «Електроніка II», «Комп'ютерні системи», «Зберігання електричної енергії», «Цифрові системи і засоби комунікації».

Третій цикл елективних предметів охоплює вузько-спеціалізовані дисципліни, які фокусуються на галузі, яку студент бачить своєю спеціалізацією. Один із таких курсів може бути замінений науково-дослідною роботою [118].

Результати аналізу загальноосвітніх елективних курсів дозволяє зробити висновок, що здебільшого це дисципліни, які відносяться до загальноосвітньої складової. Особливістю є також те, що у навчальних планах вказується тільки галузь, з якої необхідно вибирати курси, а не їхня назва, наприклад, гуманітарні науки й мистецтво, соціальні та поведінкові науки, природничі науки.

Прикладом може слугувати університет Східного Мічигану із загальноосвітньою програмою «Загальноосвітня програма: підготовка до участі у світовому співтоваристві». У ході дослідження бакалаврської освітньої програми «Технології електронної інженерії», яку пропонує цей університет, було встановлено, що із дев'яти курсів за вибором сім відносяться до загальноосвітніх дисциплін. Із п'яти основних категорій програми до обов'язкових належать тільки дві дисципліни, які стосуються комунікації. Курси інших категорій пропонуються на вибір студента: 1 курс із «Кількісного мислення», 2 курси із «Знання дисциплін», 2 курси із «Погляди на різноманітність у світі», 2 курси із «Навчання поза межами аудиторії» [137].

Деякі університети пропонують також курси, пов'язані із сферою бізнесу. Наприклад, освітня програма університету Боулінг Грін включає три курси за вибором з бізнесу загальною вартістю 9 кредитів.

Прикладами курсів за вибором, які мають практико-професійне спрямування, можуть слугувати: «Основи інженерної графіки для електроніки», «Автоматизована електроніка», «Програмування мовою C++»

Інша тенденція стосується розподілу вибіркових (елективних) курсів у навчальному плані. У ході дослідження було встановлено, що вивчення курсів за вибором розпочинається із тих, що відносяться до загальноосвітньої складової, головним чином, соціально гуманітарних наук. Крім цього, чітко простежується тенденція щодо вивчення загальноосвітніх елективних дисциплін протягом всіх років навчання.

Натомість, вивчення курсів за вибором, які відносяться до практико-професійної складової, як правило, припадає на останні роки підготовки. Наприклад, у Массачусетському технологічному інституті, де навчання бакалаврів зі спеціальності «Електротехнічна наука й інженерія» триває три роки або шість семестрів, елективні курси рекомендують обирати, починаючи з 4 семестру, тобто наприкінці другого року навчання.

У Єльському університеті вивчення вибіркових курсів розпочинається на третьому році навчання, коли опановується один із них. Наступні три вивчаються на останньому році [236].

Деяко іншою є ситуація з курсами за вибором в університеті Бакнел. По-перше, у порівнянні з освітніми програмами інших закладів вищої освіти, співвідношення між обов'язковим та елективним компонентами є деяко відмінним (66,7% обов'язкових курсів до 33,3% елективів). Іншими словами, освітня програма цього закладу освіти містить набагато більшу кількість предметів за вибором студента. Більше того, вивчення елективних курсів розпочинається вже з першого семестру [118].

Що стосується формування навчальних планів підготовки фахівців з електроніки з огляду на послідовність курсів на першому рівні вищої освіти, потрібно відзначити, що існують різні тенденції залежно від університету.

Вивчення дисциплін практико-професійної підготовки може розпочинатися вже з першого семестру. Проте зазвичай це один курс, який пропонується студентам паралельно з предметами загальноосвітньої підготовки. Наприклад, рекомендовані навчальні плани підготовки за освітньою програмою «Технології електронної інженерії» Блумсбургського університету та «Технології електроніки та комп'ютерної інженерії» університету Боулінг Грін включають по одному курсу практико-професійної підготовки протягом перших двох років навчання або

чотирьох семестрів, і три-чотири загальноосвітні дисципліни, тобто, як правило співвідношення між загальноосвітньою та практико-професійною складовою є 75% до 25% відповідно. Ситуація змінюється на третьому році навчання, коли відбувається поступове збільшення кількості фахових дисциплін. Наприклад, в навчальному плані, складеному на основі освітньої програми «Технології електроніки та комп'ютерної інженерії» університету Боулінг Грін, на п'ятому році навчання у сьомому семестрі пропонують три дисципліни практико-професійного спрямування та дві загальноосвітнього, а у восьмому семестрі їхнє співвідношення стає 4 до 1 відповідно [99, 147].

Освітня програма Каліфорнійського технологічного інституту із спеціальності «Електротехніка» пропонує інтенсивну практико-професійну підготовку вже з другого року навчання, коли п'ять із семи обов'язкових дисциплін є курсами із спеціальності [121].

У порівнянні з бакалаврськими, магістерські освітні програми спрямовані на поглиблення та розширення бази знань. Тобто, з одного боку, вони забезпечують поглиблену підготовку за спеціальністю, яка обирається, що досягається за рахунок вузькоспеціалізованих наукових та технічних курсів. Проте магістерські програми націлені також на багатопрофільність сучасного інженера, оскільки реальні умови сьогодення вимагають від фахівців цієї галузі навичок, які виходять за межі їхньої спеціальності: вміння працювати в команді з метою досягнення спільної мети, вміння подати власні ідеї і переконувати зацікавлені сторони (колег, інвесторів, споживачів) за допомогою усних і письмових комунікативних навичок, вміння ефективно функціонувати в багатопрофільному професійному середовищі, яке вимагає широких інтегрованих професійних знань і глибокої вузькоспеціальної обізнаності, мати глобальне стратегічне бачення ролі інженера в комплексній екосистемі суспільства.

Такі цілі магістерських освітніх програм досягаються за допомогою розподілу дисциплін на два блоки: 1) обов'язкові дисципліни спеціалізації; та 2) елективні курси. Дисципліни спеціалізації, як правило, мають рівень не нижче 5000 (як вказується в багатьох програмах) та відповідають за вузькоспеціалізовані новітні знання та навички. Курси за вибором, які забезпечують інтеграцію знань, здобувачі здебільшого вибирають починаючи з дисциплін рівня 4000.

Як показують результати аналізу змістового наповнення магістерських освітніх програм, основні сфери спеціалізації обов'язкових дисциплін визначаються електротехнікою, електронікою та комп'ютерною наукою (інформатикою). Зокрема, це можуть бути аналітика даних, фізична електроніка й інтегральні схеми, робототехніка і вбудоване програмне забезпечення, обробка сигналів й обмін даними, візуалізація даних і комп'ютерна графіка (університет штату Каліфорнії (Берклі)) [108]; системотехніка, функціональний аналіз, розробка системної архітектури, розробка експлуатаційного обґрунтування проєкту, системна інтеграція, аналіз рішень і ризиків, управління інженерними проєктами, аналіз витрат на забезпечення життєвого циклу системи (університет штату Арканзасу (Літл-Рок) [227]; теорія інформації, аналізу і обробки даних, мереж й комунікації; машинний зір і штучний інтелект; системи управління, інтелектуальні системи й робототехніка; інтегральні схеми; мікро/нано-електро-механічні системи; фізична електроніка; обробка сигналів (університет штату Каліфорнії (Берклі) [108].

Змістове наповнення магістерських програм, які готують здобувачів для отримання так званого ступеня «професійного магістра» є дещо іншим. По-перше, особливістю таких програм є відсутність опції написання магістерської роботи. Замість неї здобувачі виконують підсумковий проєкт «кепстоун», який має практичну орієнтацію. Курси розподіляються порівну між дисциплінами практико-професійного блоку підвищеного рівня та дисциплінами, які фокусуються на розвитку лідерських та управлінських вмінь здобувачів. Розглянемо це детальніше на прикладі програми «Магістр інженерії» університету Берклі. Професійна орієнтованість програми відображається в поділі її дисциплін на три групи: 4 технічні курси магістерської програми, які обираються відповідно до сфери спеціалізації; два курси із циклу дисциплін спрямованих на розвиток лідерських компетенцій; виконання проєкту «кепстоун».

Результати співвідношення обов'язкових та елективних дисциплін в освітніх програмах та планах з підготовки здобувачів ступеня «магістр» відображені в Додатку Д. Як бачимо, у своїй переважній більшості елективна частина складає 40% від загальної кількості дисциплін.

Як показують результати проведеного дослідження, освітні програми та рекомендовані плани на двох перших рівнях вищої освіти формуються відповідно

до принципів послідовності та циклічності. Варто зауважити, що в цьому випадку принцип послідовності стосується як переходу від одного рівня освіти до іншого у випадку котермінальної програми, наприклад першого бакалаврського до другого магістерського, та наступності, що реалізується при вивченні цілої низки курсів у межах кожного рівня вищої освіти. Наприклад, рекомендований навчальний план освітньої програми «Технології електроніки та комп'ютерної інженерії» університету Боулінг Грін містить 14 дисциплін, вивчення яких можливе лише за умови попереднього завершення інших курсів. Так, необхідною умовою для курсу «Електричні компоненти і системи», який пропонується в другому семестрі, є проходження курсу «Електрично-електронні системи» в першому семестрі. У свою чергу, «Електричні компоненти і системи» є основою для вивчення «Електронних каналів зв'язку» (Electronic communication circuits) та «Керування з допомогою цифрової обчислювальної машини». У такому випадку предмети утворюють певні цикли, де вивчення одного не можливе без іншого [147].

Принцип наступності також чітко простежується при вивченні дисциплін, які мають різні рівні: наприклад, «Університетська фізика I» та «Університетська фізика II», «Цифрові системи зв'язку I» та «Цифрові системи зв'язку II», «Математичний аналіз I» та «Математичний аналіз II».

Однією із поширених тенденцій є також наявність у бакалаврських освітніх програмах підсумкового дослідницько-конструкторського проекту. Наприклад, обов'язковим є його виконання на останньому році навчання в межах програми «Електротехніка» Єльського університету [236]. Виконання підсумкового дослідницько-конструкторського проекту передбачено також освітньою програмою «Технології електронної інженерії» університету Східного Мічигану [137]. Відповідно до програми, проєкт є так званим «кепстоуном» і включає три стадії: фазу пропозиції, фазу розробки продукту та фазу готового фінального продукту. Необхідною умовою для виконання цього проєкту є завершення двох курсів практико-професійного циклу: «Схеми зв'язку» (Communication Circuits) та «Мікропроцесори удосконаленої конфігурації» (Advanced Microprocessors).

У Блумсбургському університеті студенти випускного курсу виконують випускний конструкторський проєкт, на який відводиться 3 кредити. Проєкт виконується командою студентів і включає декілька етапів: розробка, створення,

тестування і документація результатів. Особлива увага звертається на вміння, що стосуються проведення економічного обґрунтування, управління проєктом, розробки специфікацій, конструювання та практичного втілення ідеї. Виконання проєкту неможливе без попереднього завершення курсів «Керування промисловим виробництвом» та «Вимірювання високочастотних магнітних полів» (Radio frequency Effects and measurements). Конструкторські проєкти, представлені випускниками Блумсбургського університету (грудень 2018 року), були присвячені розробці лабіринтного робота та багатокаскадної, потужної магнітної пускової установки [99, с. 4].

Особливістю американських освітніх програм із електроніки на першому рівні вищої освіти є те, що часто їхніми складовими виступають інші програми. Один із прикладів, перш за все, - це загальноосвітня програма, як було описано вище. Крім цього, цікавою, на нашу думку, є програма «Інтернет речей» (Internet of Things – IoT) в університеті Деврі.

Термін “Інтернет речей” (Internet of Things, IoT) був запроваджений ще в 1999 році. Інтернет речей являє собою окрему екосистему, яка базується на комунікації об’єктів, що взаємодіють між собою та з навколишнім світом за допомогою технологій без втручання людини. Іншими словами, це система під’єднаних до інтернету пристроїв, таких як сенсори, лічильники, різноманітні гаджети, які вбудовані в предмети щоденного вжитку для того, щоб останні могли отримувати та надсилати необхідні дані. У сучасному світі система IoT є одним із світових трендів та однією із найперспективніших технологій, яка створює сотні нових продуктів та зумовлює появу нових компаній [42, с. 3]. IoT визначається одним із семи ключових напрямів розвитку цифрової економіки. У 2018 році до інтернету було підключено більше «речей» (8,6 мільярдів), аніж людей (5,7 мільярдів) [140, с. 7]. Більше того, за прогнозами дослідників, кількість під’єднань зростатиме на 17% щороку і в 2024 році досягне 22 мільярди [148, с. 8]. Географічно, сфера поширення цифрової економіки головним чином сконцентрована в двох країнах: США та Китаї. На цих двох світових лідерів припадає також 50% витрат на IoT на глобальному рівні [140, с. 2].

В університеті Деврі освітня програма «Технології електронної інженерії» містить програму «TECHPATH», яка поєднує цикл базових технологічних курсів з

спеціально розробленим пакетом пристроїв Інтернету речей. Основна увага технологічних курсів зосереджена на ключових технологіях, що забезпечують функціонування проєктів екосистеми Інтернету речей: основні елементи цифрових приладів, технології збору й обробки інформації, операційні системи, технології передачі даних, програмування, захист інформації і т. ін [144].

Пакет базових технологічних курсів у межах програми складається із 7 дисциплін: «Вступ до технологій і систем інформації», «Вступ до цифрових приладів», «Вступ до операційних систем», «Вступ до програмування», «Основи інформаційних технологій та створення мереж зв'язку I», «Основи інформаційних технологій та створення мереж зв'язку II» й «Основи захисту інформації». Можна зробити висновок, що цикл технологічних курсів забезпечує теоретичну частину підготовки і надає необхідні знання, які студенти можуть застосовувати на практиці в реальному професійному середовищі екосистеми Інтернету речей. Спеціально розроблений пакет пристроїв Інтернету речей включає набір сенсорів, цифрових модулів, мережевих компонентів, програмних засобів, за допомогою яких студенти моделюють програми, що функціонують на основі інтернет-технологій. Для сприяння ефективного залучення до програми «TECHPATH», університет Деврі забезпечує кожного студента сучасним ноутбуком [144].

У межах програми студенти мають можливість для проєктування та конструювання нових IoT пристроїв. Іншими словами, програма «TECHPATH» створює можливості для студентів реалізовувати власні ідеї у реальному професійному середовищі, яким виступає Інтернет речей [144].

Дослідники зауважують, що процес оволодіння ключовими фаховими компетенціями ускладняється через низку причин, серед яких такі: вони формуються паралельно із засвоєнням широкого кола концептів з фундаментальних дисциплін; зміст освітніх програм значно збільшився, студенти, як правило, не бачать «цілісної картини», тобто як оволодіння ключовими компетенціями вибудовується у їхню майбутню фахову кваліфікацію, не розуміють ролі інженера і мають дуже обмежене уявлення про сучасний світ інженерії та його різноманіття [184, с.3]. Ситуація погіршується через те, що продовжують застосовуватися традиційні підходи до навчання з переважно лекційною формою викладання та

вертикально-орієнтованою побудовою освітніх програм, у результаті чого курси, що викладаються не як пов'язані, а ізольовані один від одного.

Школа інженерії Стенфордського університету пропонує також своїм студентам «Програму технічного спілкування» (Technical Communication Program), засновану в 1976 році, яка є своєрідним ресурсним джерелом для студентів усіх рівнів із писемної комунікації [221].

Цільовою аудиторією програми є студенти і викладацький склад. Для студентів програма передбачає як окремі дисципліни, спрямовані на розвиток вмій студентів в усній та писемній комунікації, так й індивідуальні консультації. Наприклад, у 2019-2020 році студентам пропонуються 5 курсів: «Індивідуальні рекомендації із написання проєктів» (Directed Writing Projects) – практичний курс, розрахований на 1 кредит, у формі індивідуальних майстер-класів, які проводяться раз на тиждень і розробляються спеціально для потреб кожного окремого студента; «Технічна комунікація» (Technical Communication) (3 кредити) – складається із лекцій, групових майстер-класів та індивідуальних колоквиумів і розрахований на студентів на останньому році навчання або які навчаються за програмами другого (магістерського рівня); «Технічна і професійна комунікація (Письмова комунікація для інженерів)» (Technical and Professional Communication (Writing for Engineers) (3 кредити) – розроблений у формі групових майстер-класів та індивідуальних колоквиумів; «Навчаємо ораторського мистецтва» (Teaching Public Speaking) (3 кредити) – теоретично-практичний курс ораторського мистецтва з основами створення презентацій, після успішного закінчення якого студенти можуть працювати інструкторами в «Програмі технічного спілкування» на платній основі; «Ораторське мистецтво» (Public Speaking) – курс із фокусом на різних видах усної комунікації: від виступів-експромтів до ретельно розроблених і відпрацьованих офіційних професійних презентацій.

У межах цієї програми студентам надаються індивідуальні консультації щодо написання великої кількості документів, наприклад, заявки на грант або стипендіальну програму, заявки про цілі навчання, опису предмету дослідження, наукової статті, а також підготовки презентації для захисту дисертації, пітчінгу і т. ін. з урахуванням специфіки технічної і наукової комунікації.

Щодо викладацької цільової аудиторії програмою передбачена надання професійної підтримки тим, хто викладає навчальні дисципліни з комунікації, передбачені основною освітньою програмою. Зокрема, проводяться консультації щодо розробки завдань студентам, оцінювання й надання фідбеку на студентські письмові роботи та усні презентації, а також за потребою проводяться презентації і майстер-класи із різних аспектів технічної комунікації у межах програмових занять із студентами.

Отже, керуючись науково-педагогічними дослідженнями та даними відібраного пулу закладів вищої освіти США, ми здійснили аналіз моделі компетентностей інженерів та обґрунтували зміст професійної підготовки фахівців з електроніки.

2.3 Форми і методи професійної підготовки та організація науково-дослідної діяльності фахівців з електроніки

У нашій роботі ми притримуємося визначення форми організації навчання, відповідно до якого це «певна структурно-організаційна побудова навчального заняття залежно від його дидактичної мети, змісту й особливостей діяльності» [36, с. 5]. У Законі України «Про вищу освіту» розрізняють форми здобуття освіти в закладах вищої освіти й форми організації освітнього процесу. Формами здобуття вищої освіти є інституційна, яка, в свою чергу, може бути очна, заочна, дистанційна й мережева) та дуальна, яка реалізується «на робочому місці на підприємствах, в установах та організаціях для набуття певної кваліфікації обсягом від 25 відсотків до 60 відсотків загального обсягу освітньої програми на основі договору» (Стаття 49) [63]. Стаття 50 Закону України «Про вищу освіту») визначає три основні форми організації освітнього процесу у закладі вищої освіти:

- 1) навчальні заняття;
- 2) самостійна робота;
- 3) практична підготовка; і
- 4) контрольні заходи [63].

Навчальні заняття реалізуються в таких основних видах: лекція, лабораторне, практичне, семінарське, індивідуальне заняття й консультація.

Як показують результати нашого дослідження, досліджувані нами освітні програми реалізуються в таких формах здобуття вищої освіти як стандартна програма, онлайн-програма та змішана програма, що поєднує очний формат підготовки з дистанційним. Стандартна програма передбачає підготовку в середовищі навчального закладу, онлайн-програма, яка пропонує можливості навчатися дистанційно з використанням сучасних навчальних платформ, та гібридна програма, що поєднує стандартний формат підготовки з дистанційним. Наявність таких форм здобуття освіти характерне для обох досліджуваних нами освітніх рівнів: бакалавріату та магістратури.

Прикладом бакалаврських освітніх програм із опцією підготовки онлайн та гібридним форматом можуть слугувати:

- Освітня програма «Технології електронної інженерії» університету Деврі [144], у якій зазначається, що зміст як очної так і онлайн програм є ідентичним. Онлайн опція підготовки підтримується навчальною платформою, на якій розміщена вся інформація про курси, починаючи з термінів виконання завдань до тем дискусій. Оновлення інформації відбувається щотижня, паралельно з тим, як відбуваються заняття відповідно до стандартної програми. Платформа надає можливості для обговорення проблемних питань з викладачами та студентами, брати активну участь в позакласній роботі, наприклад, у заходах, пов'язаних з майбутньою професійною діяльністю, змаганнях, презентаціях, які проводять запрошені спікери. Іншими словами, онлайн форма забезпечує студентам ту саму якість підготовки, як і традиційна. Однією з вимог для успішного завершення курсів є відвідування. Студенти, які навчаються за онлайн-програмою, повинні виконувати не менше, ніж одного навчального завдання протягом семи календарних днів. У випадку невиконання вимоги один раз, їм надсилається попередження, відповідно до якого студент, який не виконує завдання протягом наступних 7 днів, відчислюється із курсу.

- Коледж інженерії імені Самуеля Джина пропонує два типи програм на ступінь магістра науки з електротехніки, які відрізняються за формою навчання: очну та онлайн [141]. При цьому відзначається, що онлайн форма підготовки на ступінь магістра знаходиться на 15 місці серед 25 найкращих магістерських програм з електротехніки, за даними рейтингу US News [110].

- Усі освітні програми університету Грентем мають стовідсоткову онлайн опцію. Це стосується і освітньої програми «Технології електронної інженерії», яка є предметом нашого розгляду [158]. Університет також пропонує безкоштовне консультування 24/7 з багатьох предметів, які входять до освітньої програми.

Особливістю американської вищої освіти у досліджуваному нами секторі є підготовка фахівців з електроніки за допомогою однієї з нових та ефективних форм, якою є комбінована програма роботи і навчання (cooperative education), відома також як виробниче або дуальне навчання. Така опція освітньої програми поєднує контактне навчання із отримання практичного досвіду роботи в фахових компаніях, корпораціях, підприємствах і т. ін. Її основна мета полягає у створенні можливостей для студентів застосовувати знання, отримані «за партою», на робочому місці в реальних професійних ситуаціях.

Комбінована програма роботи і навчання була заснована Германом Шнайдером, деканом Коледжу інженерії університету Цинциннаті (штат Огайо) в 1906 році. На сьогодні вона стала однією з популярних програм підготовки фахівців у галузі інженерії в США, Для неї були також розроблені та затверджені окремі стандарти Акредитаційною інженерно-технологічною радою США [114, с. 446]. Своєю популярністю програма завдячує цілій низці переваг, які вона пропонує трьом зацікавленим сторонам освітнього процесу: студентам, роботодавцям та закладу вищої освіти. По-перше, дослідники вказують, що студенти, які вибирають комбіновану програму підготовки, демонструють вищий середній бал академічної успішності [114; 154]. Крім цього, професійний досвід допомагає студентам досягнути очікуваних результатів навчання [196]. Зростання академічної успішності та забезпечення виконання поставлених програмою освітніх цілей свідчать про підвищення якості освітніх послуг з боку закладу вищої освіти. По-друге, для студентів, які вчаться за комбінованою програмою, значно зростає ймовірність працевлаштування ще до завершення навчання [209]. Більше того, такі студенти отримують вищу початкову заробітну плату [206]. Роботодавці, у свою чергу, мають змогу відібрати для себе майбутніх перспективних інженерів та витрачають значно менші кошти на технічну підтримку та професійні інженерні послуги [152].

Наприклад, у Блумсбургському університеті освітня програма включає і опцію комбінованого навчання, і дослідницько-конструкторський проєкт. У рамках

комбінованого навчання у сьомому семестрі студенти проходять оплачувану практику. Опис освітньої програми зазначаються два курси комбінованого навчання [230]. Для виконання першого з них студенти повинні виконати курси вартістю 60 кредитів та два курси за вибором відповідно до їхньої спеціалізації з електронної інженерії. Другий курс виконується за умови наявності 90 кредитів. Проходження курсу оцінюється «склав/не склав». Дослідницько-конструкторський проєкт виконується в останньому дев'ятому семестрі.

У державному університеті Боулінг Грін компонента комбінованого навчання реалізується протягом двох повних семестрів у вигляді оплачуваної практики на повний робочий день [147].

Щодо форм організації освітнього процесу в ході дослідження було встановлено, що у своїй переважній більшості освітні програми підготовки фахівців з електроніки на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти побудовані таким чином, щоб знайти оптимальне співвідношення між трьома основними видами підготовки професійних спеціалістів: контактна лекційна форма навчання, яка надає фундаментальну теоретичну підготовку, лабораторні заняття, які сприяють формуванню практичних навичок роботи, зокрема експериментування і тестування, та виконання підсумкових проєктів, що забезпечує досвід проєктування та/або науково-дослідницької діяльності. Іншими поширеними видами роботи є семінари, індивідуальні та групові консультації.

На другому (магістерському) рівні вищої освіти провідною залишається контактна форма навчання, яка реалізується здебільшого у формі лекцій та семінарів. Проте натомість великої частки лабораторних занять, які характерні для бакалаврату, здобувачі ступеня «магістр» виконують науково-дослідницьку роботу, яка залучає велику частку самостійної роботи здобувачів. Особливістю лекційної форми проведення занять є те ще, на обох рівнях вищої освіти традиційні лекції поєднуються із відео-лекціями.

В описовій частині переважної більшості освітніх програм вказується, що підготовка сучасних фахівців з електроніки відбувається шляхом поєднання теорії та практичного досвіду.

Практичний компонент навчання на бакалаврському рівні вищої освіти включає, перш за все, лабораторну компоненту. Лабораторні заняття

використовуються як одна із організаційних форм навчання. При цьому простежуються такі дві основні тенденції: лабораторні заняття є однією з двох форм проведення курсу разом із лекціями; і курс, який передбачає тільки лабораторні. Першу тенденцію демонструють більшість курсів, які відносяться до дисциплін професійно-практичної підготовки фахівців з електроніки, оскільки вони мають як лекційні так і лабораторні години. Прикладом може слугувати бакалаврська програма за спеціальністю «Технології електроніки та комп'ютерної інженерії» в державному університеті Боулінг Грін, де більша частина дисциплін включає лабораторні заняття.

Освітня програма університету Бакнел «Електротехніка» включає навчальні дисципліни із таким розподілом лекційних та лабораторних годин: «Основи електричної та комп'ютерної інженерії» (3 год. лекцій - 2 год. лабораторних занять), «Теорія електричних кіл і її застосування» (3-2), «Проектування цифрових систем», «Теорія сигналів і систем», «Вбудовані і кіберфізичні системи», «Вступ до електричного та інженерного проектування» (1-2), «Імовірнісні системи і аналіз даних» (3-2), «Електроніка» (3-2), «Практика інженерного проектування» (1-2) [118].

Більшість курсів практико-професійного спрямування освітньої програми «Технології електронної інженерії» університету Деврі є поєднанням теорії та лабораторного практикуму, що відображено в їхніх назвах: «Інтерфейс мікропроцесора з лабораторним практикумом», «Обробка сигналів із лабораторним практикумом», «Вбудовані мікропроцесорні схеми з лабораторним практикумом», «Провідний, оптичний, безпровідний зв'язок з лабораторним практикумом» і т. ін. Приклади такої самої організації курсів знаходимо в освітній програмі «Технології електронної інженерії» університету Південної Дакоти: «Аналогова електроніка й лабораторний практикум», «Цифрова електроніка й мікропроцесори й лабораторний практикум», «Аналогова електроніка підвищеного рівня й лабораторний практикум», «Мікроконтролери й мережі й лабораторний практикум», «Силові установки й лабораторний практикум» [143].

Блок основних курсів бакалаврської освітньої програми «Електротехніка та системотехніка комп'ютера» Університету Арканзасу (Літл-Рок) складається із спарених дисциплін, одна з яких є теоретичним лекційним курсом, а інша – лабораторними заняттями, які на ньому базуються, наприклад: «Схеми і системи»

(Circuits and systems) і «Лабораторні заняття з схем і систем» (Circuits and systems laboratory); «Цифрові системи» (Digital Systems) і «Лабораторні заняття з цифрових систем» (Digital Systems Laboratory); «Удосконалені мікропроцесорні системи» (Advanced Microprocessor Systems) і «Лабораторні заняття з удосконалених мікропроцесорних систем» (Advanced Microprocessor Systems laboratory); «Аналогова й цифрова електроніка» (Analog and digital electronics) «Лабораторні заняття з аналогової й цифрової електроніки» (Analog and Digital Electronics Laboratory); «Аналогові й цифрові комунікації» (Analog and digital communications) і «Лабораторні заняття з аналогових і цифрових комунікацій» (Analog and digital communications Laboratory) та ін. При цьому варто зауважити, що пререквізитом кожного з лабораторних курсів є його лекційний відповідник [227].

В університеті Східного Мічигану курс «Загальна хімія I: лабораторний практикум» є другою невід'ємною частиною курсу загальної хімії. Тобто для проходження лабораторного практикуми студенти повинні завершити курс «Загальна хімія I». Лабораторна частина курсу спрямована на формування у студентів базових вмінь роботи із скляним обладнанням, проведення спостережень, простих операцій синтезу, колориметрії й титрування. Крім цього, значна увага приділяється ролі математичному моделюванню та аналізу похибок в аналізі даних та виробленні висновків [137].

Для забезпечення проведення лабораторних занять кожен із досліджуваних нами закладів вищої освіти має потужну базу із навчальних та науково-дослідницьких лабораторій. Наприклад, у Блумсбургському університеті функціонують 9 лабораторій для навчальних цілей (лабораторії фізичних наук, загальної фізики, промислових технологій, електроніки, безпроводного зв'язку і т. ін.) та три дослідницькі лабораторії (лабораторія астрофізики, ультрахолодної атомної фізики та силової електроніки), які використовуються для виконання науково-дослідних конструкторських проєктів [99].

Семінари як форма організації підготовки фахівців з електроніки присутня на двох рівнях вищої освіти США. Семінар – це одна з організаційних форм навчання у вищій школі США, яка являє собою малий навчальний курс, що побудований на дискусії новітніх ідей, відкриттів у певній галузі знань. На першому бакалаврському

рівні метою проведення семінарів є формування у студентів уміння будувати свою власну думку та обґрунтовувати її фактами; зв'язно висловлювати свою думку; ввічливо спілкуватися з опонентами. На практиці це реалізується за допомогою обговорення дискусійних питань, які містяться в наперед визначеній для опрацювання студентами літературі. Прикладами семінарів на бакалаврському рівні вищої освіти можуть слугувати семінари з: «Електротехніки та комп'ютерної інженерії» освітньої програми «Електротехніка» університету Бакнелл; «Комп'ютерної інженерії», «Проведення дослідження на бакалаврському рівні вищої освіти» та «10 невирішених проблем комп'ютерної інженерії» освітньої програми «Електротехніка» університету штату Каліфорнії (Санта Барбара) [229].

У магістратурі метою семінарів є презентація, обговорення та обмін ідеями з обраної теми дослідження, яка відноситься до сфери спеціалізації освітньої програми. Як правило, у семінарах, крім здобувачів, беруть участь представники викладацького складу, та запрошені гості. Прикладом такої форми підготовки фахівців з електроніки є «Семінар з системотехніки» магістерської освітньої програми «Системотехніка» університет штату Арканзас (Літл-Рок) [227].

Переважною більшістю бакалаврських і магістерських програм, які є предметом нашого розгляду, передбачені різні форми самостійної роботи студентів. Самостійна робота є одним із невід'ємних видів підготовки до семінарів і реалізується у формі керованого й самостійного опрацювання обов'язкової літератури (*directed reading /individual reading*). Самостійна робота студентів складає значну частину виконання підсумкових випускних проєктів та наукових досліджень на перших двох рівнях вищої освіти.

Цікавий приклад поєднання різних організаційних форм навчання у межах викладання однієї дисципліни демонструє курс «Мікросхеми й електроніка», який входить до обов'язкових дисциплін двох освітніх бакалаврських програм «Електротехніка» та «Електротехніка й комп'ютерна наука» Массачусетського технологічного інституту. Курс складається із лекцій, рецитацій, консультацій та лабораторних занять (Додаток В).

Курс передбачає відпрацювання 5 лабораторних завдань, практична частина яких виконується в лабораторії згідно встановленого графіку. Перше лабораторне заняття є оглядовим і ознайомчим, тому не передбачає виконання ніяких завдань. Наступні лабораторні заняття включають виконання одного або більше завдань, перевірку якого/яких здійснює асистент викладача безпосередньо в лабораторії. Необхідною умовою успішної здачі лабораторного завдання є також у спеціальному зошиті для лабораторних робіт виконання лабораторної роботи у письмовому вигляді, який здається на занятті-рецитації на наступний тиждень після виконання лабораторного завдання. Студенти звільняються від письмової частини лабораторної роботи на останньому занятті. Лабораторні завдання дозволяється виконувати в команді, а також студенти заохочуються до обговорення результатів з колегами. Проте письмові завдання повинні виконуватися індивідуально.

Консультаційні заняття (tutorials) проводяться протягом усього курсу на початку тижня, якщо є лабораторні заняття, і протягом тижня при відсутності останніх. Додаткові консультації призначаються за потребою студента.

Матеріали курсу включають відеолекції та лекційні записи, які знаходяться у вільному доступі на сайті курсу.

Відповідно до навчального плану на тиждень проводяться два лекційні заняття тривалістю одну академічну годину, та 1 заняття-рецитація. Усього курс складається із 25 лекційних занять та 24 рецитацій. Для кожної лекції та рецитації є встановлений список літератури, яку необхідно опрацювати. Обов'язковими видами робіт, які повинен виконати студент для успішного завершення курсу, є домашні завдання, лабораторні роботи й 2 тести. Курс завершується підсумковим письмовим іспитом тривалістю три години. Студентам дозволяється принести три аркуші з власними нотатками, які вміщені з двох боків аркушів.

Варто зазначити, що в нашому дослідженні рецитація розуміється як особлива форма навчального заняття, яке проводиться для груп із конкретно визначеною кількістю студентів (до 35 студентів). Метою рецитацій є глибше опрацювання матеріалів, поданих на попередніх лекціях. Заняття проводяться в інтерактивній формі, що дозволяє студентам активно працювати із матеріалами курсу

безпосередньо в аудиторії. Рецитації, як правило, зосереджуються на проблемних і дискусійних питаннях, концепціях, теоріях, розуміння яких вимагає додаткового обговорення.

Домашні завдання загальною кількістю 11 даються після лекційних завдань і збираються на наступній рецитації. Студентам дозволяється не виконати два завдання без будь-яких наслідків. Завдання можна обговорювати в групах, але виконувати необхідно індивідуально. Домашні завдання побудовані так, що питання, на яких вони побудовані, включені до тестів. Останнє домашнє завдання №11 передбачає проєктно-технічний вид роботи і виконується протягом двох тижнів. Його виконання є першим підготовчим етапом для останнього лабораторного завдання.

Курс включає також два тести. За своєю формою вони включають питання закритого типу і розраховані на дві години. Перший тест проводиться через три дні після рецитації №9, другий – на наступний день після лекції №18. Студентам дозволяється принести один аркуш з власними записами з двох боків, а також калькулятор.

Одним із додаткових ресурсів до курсу є веб-лабораторія WebSim, яка дозволяє експериментувати із мікросхемами, вивченню яких він присвячений.

Щодо оцінювання, то рейтингова оцінка студента вираховується як сумарна кількість балів, виставлена за кожен вид завдань, у співвідношенні, представленому на *рис 2.2*.

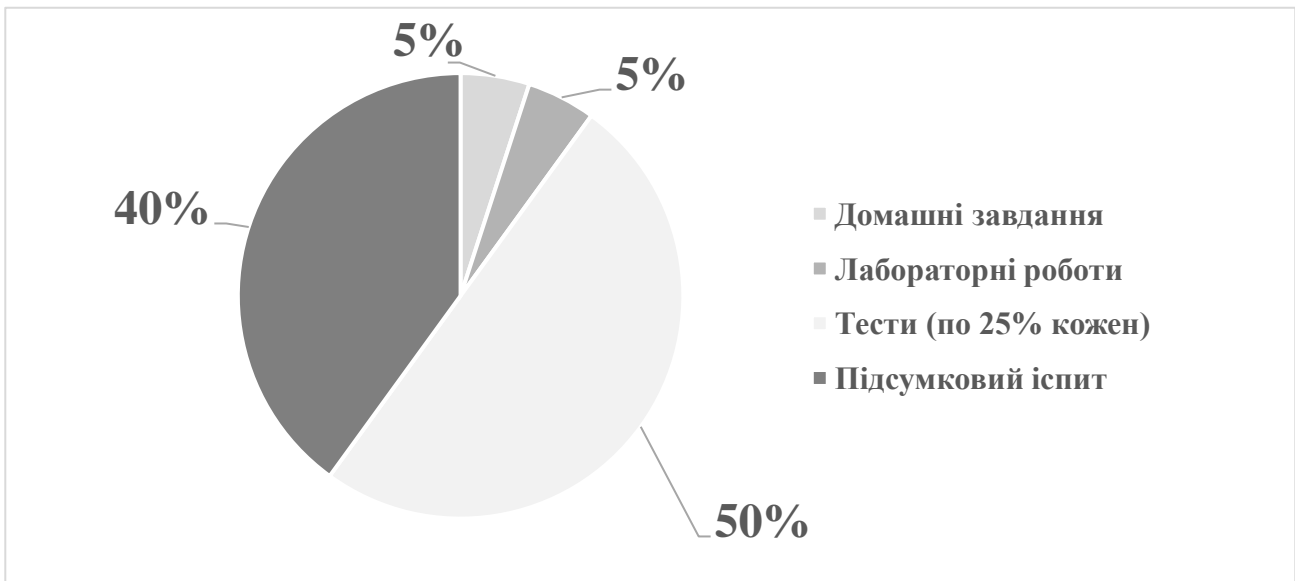


Рис. 2.2. Дольове співвідношення розподілу рейтингових балів за види роботи під час вивчення курсу «Електротехніка» та «Електротехніка й комп'ютерна наука» Массачусетського технологічного інституту

Джерело: [створено автором]

Бал, виставлений відповідно до цієї шкали оцінювання, є початковим і стає предметом подальшого обговорення викладацького складу. При виставленні остаточної оцінки до уваги беруться такі фактори, як старанність та пунктуальність у виконанні домашніх завдань та лабораторних робіт, участь у заняттях та консультаціях. Залежно від них, бал, який виражається літерою, може бути змінений, особливо, якщо знаходиться на межі двох суміжних балів. До здобувачів на трьох рівнях вищої освіти застосовується рейтингова система оцінювання зі 100 бальною шкалою. Крім того, в американській шкалі існує і буквенне вираження A-F, однак майже не використовується літера E.

Таким чином, система оцінювання дозволяє побудувати курс таким чином, що домашні завдання, лабораторні роботи, рецитації, лекції, консультації є важливими частинами навчального процесу.

Уцілому, за результатами нашого дослідження в американських закладах вищої освіти, які забезпечують підготовку фахівців електроніки, поширеними є такі

засоби оцінювання ефективності освітнього процесу з боку студентів та навчального закладу:

- оцінювання, вбудоване в програму;
- опитування роботодавців, на базі яких відбувається практика, та студентів випускного року навчання;
- опитування потенційних роботодавців та колишніх випускників.

Однією з провідних тенденцій є залучення до процесу оцінювання різноманітних організацій, які прямо чи опосередковано стосуються процесу підготовки майбутніх кваліфікованих працівників. Наприклад, у Блумсбургському університеті активну участь в процесі оцінювання беруть Промислово-консультаційна рада (Industrial Advisory board) та Комітету оцінювання факультету (Faculty assessment committee), в обов'язки яких входить надання висновку щодо ефективності підготовки здобувачів. Комітет з оцінки програми відповідає за оцінювання, ідентифікацію та моніторинг проблемних питань, які виявляються у процесі оцінювання результатів навчання студентів, та вироблення й імплементацію плану дій щодо покращення ситуації [99].

Аналіз освітніх програм та навчальних планів дозволив виявити також основні методи оцінювання академічних досягнень здобувачів на двох перших рівнях вищої освіти. Зокрема, в досліджуваних нами закладах вищої освіти використовуються прямі і непрямі методи оцінювання. Серед прямих поширеними є домашні завдання, іспити, лабораторні звіти, звіти про виконання проєктів та презентації. Непряме оцінювання включає опитування (випускників, роботодавців, колишніх випускників) та висновки різноманітних організацій, які є зацікавленими сторонами освітнього процесу.

Окремим аспектом нашого аналізу стали також контрольні форми організації підготовки, а саме форма підсумкової атестації. Як показують результати аналізу освітніх програм підготовки фахівців з електроніки, основними формами підсумкового контролю та оцінювання на перших двох рівнях вищої освіти є дипломний проєкт, який реалізовується у виді дослідницько-конструкторського

проєкту, дипломної роботи (thesis), яка передбачає проведення науково-практичного дослідження, і кваліфікаційний іспит. Розглянемо їх детальніше.

Для освітніх програм на першому рівні вищої освіти характерним є виконання дослідницько-конструкторського проєкту, який має назву «кепстоун» (capstone). Термін запозичений із галузі будівництва, де він означає «облицювальний камінь», тобто камінь, який використовується для завершального оздоблення стін, фасадів і т. ін.

В американському освітньому середовищі цей термін позначає підсумковий вид роботи у процесі підготовки фахівця, виконання якого вимагає консолідації отриманих знань та сформованих навичок і вмінь під час попередніх років навчання, і знаменує перехід до нового професійного середовища. На ранніх етапах функціонування в американській вищій школі проєкти-кепстоуни виконувалися з метою синтезування попереднього навчального досвіду і демонстрації отриманих знань. Проте перенесення фокусу основних цілей вищої освіти на формування навичок та вмінь, необхідних випускнику для успішного працевлаштування та ефективної професійної діяльності, привело до переосмислення ролі кінцевих кваліфікаційних робіт, що позначилося і на проєктах-кепстоунах.

Зокрема, необхідно відзначити, що поряд із уже доволі звичними ключовими вміннями 21 століття (критичне мислення, креативність, комунікативність і т. ін.), формування та розвиток яких перш за все асоціюється із середовищем вищої школи, все більшого значення починає набувати здатність досліджувати та аналітично аналізувати. Як слушно зауважує А. Бру (A. Brew), для студентів – професіоналів майбутнього – розвиток навичок досліджувати проблеми, робити судження на основі переконливих доказів, приймати раціональні рішення та вміти пояснити, що вони роблять і чому, є надзвичайно важливими. Він також додає, що здатність проводити дослідження та аналітично аналізувати більше не є виключно науковими вміннями. Вони є основними навичками професійної діяльності 21 століття» [116, с. 7].

У сучасному американському просторі вищої освіти виконання «кепстоуну» передбачає залучення студентів до вирішення реальних професійних проблем на основі знань, навичок та вмінь, отриманих під час навчання. Таким чином,

«кепстоун» створює можливості для студентів отримати досвід, орієнтований на їхнє майбутнє, а, отже, стає своєрідним перехідним майданчиком від освітнього до «після-освітнього» середовища.

У дослідженнях зарубіжних вчених зазначається, що термін «кепстоун» в американському освітньому просторі вживається для позначення різних форм подачі інформації та як форма оцінювання, наприклад, «семінар для випускників», «кваліфікаційний іспит», «дипломна робота» і т. ін. [175, с. 8]. Проте всіх їх об'єднують характерні риси, які можна узагальнити наступним чином:

- «кепстоун» має чітко визначені цілі, які залежно від контексту – професійного або науково-дослідного – можуть бути глибинним аналізом, синтезом ідей та матеріалів або підготовкою до професійної діяльності;

- «кепстоун» асоціюється із своєрідною перехідною фазою від освітнього середовища до професійного/науково-дослідного, під час якої відбувається остаточне професійне самовизначення студента [104; 106, с. 248];

- наявність продукту на виході, тобто у результаті завершення «кепстоуну», наприклад, дисертація, звіт, портфоліо, виступ, виставка, реальний винахід;

- «кепстоун» являє собою синтез, консолідацію та застосування попередньо отриманих та сформованих знань, навичок та вмінь [161, с. 16];

- залучення студентів до вирішення автентичних і комплексних проблем у реальному професійному / науково-дослідному середовищі та з використанням реальних методів [162, с. 403] ;

- незалежне самостійне виконання, що передбачає вміння студентів проводити дослідження, ставити правильні запитання, самостійно вибирати шляхи виконання, приймати рішення та вирішувати проблеми, що має своїм результатом розвиток зрілих особистих й професійних навичок, наприклад, спокійне ставлення до двозначної незрозумілої ситуації, впевненість у власних силах, самосвідомість, розсудливість, креативність, здатність до відновлення, цікавість [174];

- наявність фінальної стадії у вигляді дисемінації [161, с. 74], тобто повідомлення про саму роботу та її результати широкому загалу, що підвищує

мотивацію студентів під час виконання проєкту та позитивно впливає на його якість. В інженерному середовищі ця стадія відбувається у вигляді презентації проєкту та його результатів потенційним клієнтам та колегам.

Отже, в нашому дослідженні кепстоун проєкт розуміється як форма організації науково-дослідної роботи, яка передбачає глибинний аналіз, синтез ідей та матеріалів під час якої через вирішення автентичних і комплексних проблем відбувається остаточне професійне самовизначення студента. Очікуваними результатами кепстоун-проєктів залежно від контексту, професійного або науково-дослідного, є презентація здобутків у формі кваліфікаційної роботи, звіту, портфоліо, виставкового експонату або патенту винахід, корисну модель тощо.

У ході дослідження було встановлено, що у процесі підготовки фахівців з електроніки американськими освітніми програмами передбачені різні форми «кепстоуну». По-перше, у багатьох проаналізованих нами освітніх програмах це підсумкова кваліфікаційна робота – дослідницько-конструкторський проєкт. Таку опцію містить багато освітніх програм на бакалаврському рівні підготовки, а також «кепстоун» є видом підсумкової дипломної роботи, яка виконується на магістерському рівні навчання для отримання ступеня професійного магістра.

Як показують результати аналізу освітніх програм, «кепстоун» зустрічається також у вигляді навчального курсу. Однією з таких опцій є наявність в освітніх програмах курсу «кепстоун» присвяченого проєктуванню в електротехніці і комп'ютерній інженерії. Як правило, цей курс складається із двох частин. Перша проводиться здебільшого у формі лекцій і спрямована на ознайомлення з різними аспектами та проблемами, які виникають у процесі проєктування системи, процесів, компонентів, наприклад, вимогами до проєктування, способами подолання реальних економічних, екологічних, етичних, виробничих обмежень, дотримання стандартів інженерії і т. ін. Інша частина курсу проводиться у вигляді лабораторних занять і присвячена безпосередньо розробці та проєктуванню системи, компоненту, процесу із застосуванням знань, отриманих у теоретичній частині. Форма навчання «кепстоун» активно застосовує роботу в групах, зокрема студенти залучаються до проєктування в багатопрофільних командах. Лабораторні заняття передбачають

проведення командами студентів презентацій у письмовій та усній формах, де вони представляють результати своїх проєктів на різних етапах. Прикладом такого спареного курсу може слугувати освітня програма Бакнеллського університету, яка включає курс «Кепстоун-проєктування в електротехніці і комп'ютерній інженерії». Її перша частина, «Кепстоун-проєктування в електротехніці і комп'ютерній інженерії I» припадає на сьомий (передостанній) семестр і сконцентрований на визначенні проблеми, на розробку якої спрямований проєкт, питаннях планування проєкту та логістики, конвергентне та дивергентне проєктування. «Кепстоун-проєктування в електротехніці і комп'ютерній інженерії II» є завершальним курсом, протягом якого студенти створюють, втілюють та оцінюють значимість їхнього проєкту для зовнішнього клієнта. Обидва курси поєднують лекційні та лабораторні види роботи. Освітня програма «Електротехніка та системотехніка комп'ютера» університету штату Арканзас містить підсумковий курс проєктування «Кепстоун - системне проєктування» (System Engineering capstone design), присвячений проєктуванню системи. Компоненту або процесу. Курс також складається із двох частин: теоретичної лекційної та лабораторної. На курс загалом відводиться 4 кредити: 1 кредит на першу частину і 3 кредити на другу. Безпосередня практична робота над проєктуванням відбувається у формі лабораторних занять з тижневим навантаженням 6 годин [227].

Завершальною формою підготовки за магістерськими освітніми програмами є випускний магістерський проєкт, який може бути виконаний у формі науково-дослідної дипломної роботи (дисертації) або дослідницько-конструкторської роботи (graduate project). Розглянемо процедуру організації виконання випускного магістерського проєкту на прикладі освітньої програми «Системотехніка» університету штату Арканзасу (Літл-Рок) [227].

Керівник випускного магістерського проєкту обирається із викладацького складу відділення, яке забезпечує підготовку за обраною програмою, тобто у нашому випадку це відділення Системотехніки університету штату Арканзасу. Однією з умов реєстрації на курси, в межах яких виконується випускний магістерський проєкт, а саме: «Магістерська дипломна робота з системотехніки» або

«Дослідницько-конструкторська робота з системотехніки», є попереднє обрання наукового керівника й отримання його згоди. Після затвердження керівника та реєстрації на відповідний курс призначається Рада з написання магістерської дипломної роботи (Thesis Committee) або Рада з виконання науково-дослідницької роботи (Project Committee) у складі трьох-чотирьох представників відповідного відділення. Функції обох Рад полягають у прийнятті рішення методом голосування щодо захисту плану випускного магістерського проєкту та самого випускного магістерського проєкту. План магістерської дипломної роботи і план науково-дослідницької роботи подається до захисту у відповідну Раду за один семестр до захисту.

Як було зазначено вище, підсумковим видом роботи за магістерською програмою, яка передбачає отримання професійного ступеня магістра, є проєкт «кепстоун», приклад якої знаходимо в Університеті Каліфорнія (Берклі), в Південно-Дакотському державному університеті. Студенти об'єднуються у команди з 3-5 осіб і досліджують конкретне завдання, яке може бути вирішено за допомогою технологій [108].

З'ясовано, що якість професійної підготовки фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США досягається використанням таких активних методів як проблемні, кейс-стаді та виконання дослідно-конструкторських проєктів. Щодо форм організації навчальних занять, то перевага віддається рецитаціям та такому типу підсумкових дипломних проєктів як кепстоун.

Окремим етапом нашого дослідження етапі є вивчення особливостей організації науково-дослідницької діяльності фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США. Як було зазначено вище, корпус досліджуваних нами освітніх установ у своїй переважній більшості складається із докторських університетів з дуже високою науковою активністю.

Для визначення найвпливовіших університетів США з точки зору проведення науково-дослідницької діяльності у галузі електронної інженерії, нами був здійснений порівняльний аналіз на основі світових рейтингових списків закладів вищої освіти. На цьому етапі до дослідження були включені раніше описані системи ранжування в галузі «Електрична та електронна інженерія», а саме: бази даних ТНЕ, QS, Шанхайського предметного рейтингу та ранжування «Новини США». На

відміну від попереднього порівняльного аналізу, основним фокусом якого була якість надання освітніх послуг, головна увага цієї фази зосереджена на науково-дослідницькій діяльності. Як відомо, до критеріїв світових систем ранжувань ТНЕ, QS і Шанхайського предметного рейтингу входять показники наукової роботи закладів вищої освіти. Більше того, база даних системи ранжування «Новини США» оцінює університети не тільки на основі їхньої науково-дослідної роботи. Тому для порівняння були взяті бази даних саме цих світових рейтингів [110; 202; 203; 214; 234; 235].

Результати порівняльного аналізу свідчать (Додаток А), що п'ять перших позицій з огляду на результативність науково-дослідницької діяльності займають 6 освітніх установ: Массачусетський технологічний інститут, Каліфорнійський технологічний інститут, Стенфордський університет, університет штату Каліфорнії (Берклі), Іллінойський університет (Урбана-Шампейн), Технологічний інститут Джорджії.

Як бачимо, саме ці університети були визначені як найвпливовіші з огляду на якість надання освітніх послуг. Проте Єльський університет, який входив до п'ятірки перших, за результатами науково-дослідницької діяльності знаходиться на восьмому місці згідно даних рейтингової системи ТНЕ. Цікавим є те, що відповідно до оцінки «Новин США», яка, як зазначалося, базується на показниках науково-дослідницької роботи, лідируючі позиції на світовому рівні займають заклади вищої освіти Китаю. США представляють лише 5 університетів: Принстонський університет, Техаський університет (Остін), Нью-Йоркський університет, Массачусетський технологічний інститут і Технологічний інститут Джорджії.

У ході дослідження було з'ясовано, що у своїй переважній більшості заклади вищої освіти, що відносяться до корпусу досліджуваних нами освітніх установ, залучають своїх студентів до науково-дослідницької діяльності ще з першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Так, протягом навчання за освітньою програмою на отримання ступеня бакалавра основними формами науково-дослідної роботи студентів можуть бути виконання дипломної роботи, участь у науково-дослідних програмах, курси із складовою наукового дослідження, участь у науково-дослідних грантах або контрактах.

Дипломна робота базується на оригінальному самостійному дослідженні, яке здійснюється під керівництвом ментора – представника професорсько-викладацького складу. Її виконання спрямоване на розвиток дослідницьких навичок, а також вміння презентувати результати дослідження в письмовій та усній формах. Дипломна робота як вид підсумкового кваліфікаційного індивідуального завдання, яке виконується здобувачами ступеня «бакалавр» у галузі електроніки на останньому році навчання є в освітній програмі Каліфорнійського технологічного інституту із спеціальності «Електротехніка».

Огляд науково-дослідних програм, що пропонують досліджуваними нами заклади вищої освіти для здобувачів першого рівня (бакалаврату), свідчить, що у своїй переважній більшості це літні програми досліджень, які здебільшого проводяться у формі літніх шкіл, де студенти можуть здобути досвід науково-дослідницької та практичної діяльності: «Програма літніх досліджень для студентів» Каліфорнійського технологічного інституту («SURF»), «Дослідницький і практичний досвід для здобувачів першого рівня вищої освіти» Стенфордського університету (Research Experience for Undergraduates). Метою таких літніх науково-дослідних і практичних шкіл є створення можливостей для співпраці між представниками науково-викладацького складу, дослідницькими групами, які працюють у навчальному закладі, з одного боку та студентами для роботи над новітніми науково-дослідними темами. В університеті південної Дакоти на постійній основі діє щорічна програма літніх досліджень для студентів бакалаврату, яка передбачає надання студентам фінансової підтримки у формі стипендії розміром 2500 доларів США на проведення дослідження за рахунок різних джерел [228]. Участь у літніх програмах передбачає здобуття студентами досвіду проведення наукових досліджень, так і практичної роботи у різних сферах електротехніки й електроніки.

Прикладом науково-дослідницької програми, у якій беруть участь студенти першого рівня вищої освіти, може бути програма «SURF» (Програма літніх досліджень для студентів). Програма передбачає виконання індивідуального дослідницького проекту під керівництвом наукового наставника, який є представником наукового товариства Каліфорнійського технологічного інституту або іншого закладу вищої освіти. Програма розрахована на 10 тижнів і відбувається

протягом літа. Після закінчення проєкту студенти подають письмовий звіт, де описується проєкт, використані методи та результати [121].

У Массачусетському технологічному інституті на першому рівні вищої освіти функціонує «Програма проведення наукових досліджень для здобувачів ОКР «бакалавр» (Undergraduate Research Opportunities Program). Програма діє на 30 відділеннях усіх п'яти шкіл університету, Школі інженерії включно.

У Школі інженерії Стенфордського університету діє літня програма «Дослідницький і практичний досвід для здобувачів першого рівня вищої освіти» (Research Experience for Undergraduates). Програма тривалістю три місяці (червень – серпень) організована у формі семінарів, які відбуваються два рази на тиждень і які проводять як представники науково-викладацького складу факультету, так і роботодавці.

Що стосується освітніх програм другого (магістерського) рівня, то вагому частина кожної з них припадає на науково-дослідну компоненту, передбачену у межах виконання магістерської дипломної роботи [218].

Одним із ефективних засобів залучення студентів до науково-дослідної роботи є також діяльність наукових товариств на базі одного закладу та таких, що об'єднує науковців та студентів різних закладів. Наприклад, у багатьох провідних освітніх закладах є філіали відомих американських науково-дослідних організацій.

На наш погляд, цікавим, з точки зору організації науково-дослідної діяльності в галузі електроніки, є досвід Массачусетського технологічного інституту, де наукові дослідження проводяться у тісній співпраці професорсько-викладацького складу і студентів. Оскільки в цьому закладі науково-дослідна робота вважається дієвою формою «навчання дією / навчанням на практиці», їй відводиться чільне місце вже на першому бакалаврському рівні. Науково-дослідна робота здійснюється через мережу наукових центрів, лабораторій, спеціально створених програм і бібліотек. Однією з особливостей організації проведення досліджень є міждисциплінарний характер кожного із вказаних компонентів цієї мережі. Розглянемо їхнє функціонування на прикладах центрів і лабораторій, прямо зв'язаних або дотичних до електроніки [189].

Серед центрів, які функціонують у Массачусетському технологічному інституті та є основними базами проведення науково-дослідної роботи, пов'язаними

із сферою електронної інженерії є Центр бітів та атомів, Центр обчислювальної інженерії, Центр комп'ютерних досліджень в економіці та управлінських науках, Центр дослідження інформаційних систем, Центр технологічних інновацій імені Дешпанде, Інститут даних, систем і суспільства, Інститут медичної інженерії і науки та інші [189].

Кожен із центрів має хорошу матеріально-технічну базу, яка може складатися із лабораторій та різноманітного обладнання.

Як свідчать назви, науково-дослідні центри у Массачусетському технологічному інституті є міждисциплінарними. Це знаходить своє вираження або в поєднанні різноманітних галузей у їхній діяльності або навіть у функціонуванні спільних програм декількох навчальних закладів вищої освіти. Наприклад, міждисциплінарний підхід до науково-дослідницької діяльності в Інституті даних, систем і суспільства реалізується через програми, які спрямовані на інтеграцію досягнень сучасних інженерних наук, зокрема електронної та комп'ютерної інженерії, у сфері отримання, обробки та передачі інформації та суспільних наук з метою вирішення проблем, пов'язаних із складними соціальними викликами у сферах фінансів, урбанізації, соціальних мереж та здоров'я.

Центр бітів та атомів покликаний дослідити межі та знайти можливості поєднання комп'ютерної науки та фізики з метою пошуку шляхів перетворення даних на речі, а речі на дані [189].

Інститут медичної інженерії та науки пропонує спільну програму Гарвардського університету та Массачусетського технологічного інституту із медико-санітарних дисциплін та технологій. Програма покликана поєднати науку, медицину та інженерію для вирішення проблем, пов'язаних із здоров'ям сучасної людини. Центр очолюють два директори, які є представниками двох партнерських закладів: Гарвардського університету та Массачусетського технологічного інституту. Очільники центру також репрезентують дві галузі знань, поєднані в програмі: інженерію та медико-санітарні науки [160, 189].

Діяльність науково-дослідних центрів здійснюється у різноманітних напрямках, основними з яких є:

- підготовка за освітніми програмами для отримання освітньо-кваліфікаційних ступенів першого, другого і третього рівнів, а також дипломів-сертифікатів;

- проведення курсів, занять різного типу;
- виконання науково-дослідних і практичних проєктів;
- надання та участь у грантах на проведення наукових досліджень;
- Проведення семінарів, презентацій, виступів, конференцій.

Більшість із центрів пропонують освітні програми підготовки для здобувачів усіх рівнів вищої освіти. Наприклад, Інститут даних, систем і суспільства проводить навчання за додатковою бакалаврською програмою із статистики й аналізу і обробки даних, яка є доступною для здобувачів будь-якої основної спеціальності. Програма базується на шести курсах, що вибираються таким чином: по одному із блоків основоположних дисциплін, статистики 1, статистики 2, два курси із блоку дисциплін обчислювальних наук та аналізу й обробки даних, а також один обов'язковий завершальний фаховий курс [182].

Інститут даних, систем і суспільства пропонує також декілька магістерських освітніх програм. Одна з них мікро-магістерська програма із статистики та аналізу й обробки даних складається із чотирьох онлайн-курсів та завершального іспиту. Інша «Програма з технологій і політики» (Technology and policy program), що дозволяє отримати ОКР «магістр наук» із технологій і політики, готує лідерів, які здатні створювати, покращувати та втілювати політичні стратегії, що базуються на розумінні ролі технологій та їхніх інструментів у широкому соціальному контексті. Програма поєднує інженерні дисципліни із вивченням прикладних суспільних наук і створює, таким чином, фундамент знань і вмінь технічного характеру і тих, що пов'язані із процесом формування і здійснення політики [90; 91].

На базі Інституту даних, систем і суспільства діють також дві міждисциплінарні докторські програми: «Докторська програма із соціальних та інженерних систем» та «Докторська програма із статистики» [188].

Згідно описової частини «Докторської програми із соціальних та інженерних систем», це унікальна науково-дослідна програма, яка спрямована на вирішення конкретних соціально значимих проблем за допомогою поєднання аналітичних інструментів і методів статистики та наук про інформацію з інструментами й методами інженерних та суспільних наук. Програма зосереджена на таких галузях, як соціальні мережі, автономні системи, енергетичні системи, фінансові мережі, урбанізовані системи. Вона складається із двох частин. Перша базується на 20

дисциплінах, інформація яких побудована на новітніх прогресивних досягненнях у відповідних галузях знань, має високий рівень науковості та спонукає до нестандартного мислення. Вивчення дисциплін завершується кваліфікаційним іспитом, що складається із письмової та усної частин [188].

Друга частина програми, яка вважається її основною складовою, базується на проведенні дослідження. Науково-дослідна робота зосереджена на трьох дисциплінах: статистиці та аналізу й обробки даних, теорії інформації та прийняття рішень, а також поведінці людей і інституцій, які слугують основою для проведення досліджень у таких сферах, як енергетичні системи, фінанси, охорона здоров'я, соціальні мережі та урбанізовані системи. Центром науково-дослідницької діяльності є лабораторія Інформаційних систем та систем рішень [182].

«Докторська програма із статистики» є додатковою докторською програмою, яка доступна для здобувачів ступеня «Доктор філософії/доктор наук» з однієї із 6 спеціальностей: «Аеронавтика й космонавтика», «Економіка», «Математика», «Політологія», «Соціальні й інженерні системи», «Наука про мозок і когнітивні науки». Програма забезпечує розуміння статистики 21 століття, застосовуючи для цього концепти обчислювальних наук та аналізу даних, а також елементи класичної статистики й теорії ймовірності, з фокусом на відповідну спеціальність [188].

Інститут медичної інженерії та науки пропонує магістерську освітню програму з медичної інженерії та медичної фізики тривалістю від 5 до 7 років. Успішні випускники програми можуть продовжувати підготовку на ступінь доктора філософії на Факультеті мистецтва та точних наук Гарвардського університету. Серед 11 галузей, на яких фокусується ця магістерська програма є аеронавтика й космонавтика та електротехніка. Здобувачі повинні обрати одну з галузей як свою спеціалізацію протягом першого року навчання. На другому році необхідною вимогою є написання наукової роботи, що повинна продемонструвати технічні компетенції здобувача і розглядається як кваліфікаційний іспит. Другий кваліфікаційний іспит здобувачі складають до кінця третього курсу, успішна здача якого є умовою для продовження навчання.

Крім освітніх програм, іншим напрямом навчальної діяльності науково-дослідних центрів є організація курсів та різної форми занять (лекції, практичні, майстер-класи). Наприклад, Центр дослідження інформаційних систем анонсував

дводенний курс «Оновлення цифрової моделі вашого бізнесу» на квітень і жовтень 2020 року, фокусом якого є дослідження переваг, які пропонують ефективні сучасні технології, автоматизація та сучасні засоби зв'язку для бізнесу, та вивчення можливостей їхнього застосування на практиці. Цільовою аудиторією курсу є виконавчі директори й президенти компаній, директори виробництва, керівники проєктів, менеджери із розробок продуктів, керівники відділів розробок, інновацій, відповідальні за розробку планів і стратегій і т. ін. Тобто проведення такого курсу є одним із засобів налагодження співпраці між реальними секторами суспільства, представники яких виступають замовниками та спонсорами проєктів, та науково-дослідницькою діяльністю закладу вищої освіти.

Інститут медичної інженерії та науки проводить літні школи «Літній інститут». На червень-серпень 2020 року планується робота Літнього інституту з біомедичної оптики та біомедичної інформатики. Цільовою аудиторією літніх шкіл є студенти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Програма Літнього інституту є націленою на забезпечення практичного досвіду проведення науково-дослідної діяльності, що досягається висококваліфікованою командою науковців, інноваційним обладнанням. Необхідним для проведення досліджень, та експертами-менторами [182].

Щодо науково-дослідної діяльності центрів Массачусетського університету необхідно вказати, що вона реалізовується в кожному із напрямів: чи то навчальної діяльності, чи проведення різноманітних науково-дослідних та практичних заходів. Проте безпосередньо пов'язаними із науковими дослідженнями є проведення та участь у науко-дослідних і практичних проєктах. Як правило, наукова діяльність кожного із центру зосереджена на чітко вказаних секторах. Наприклад, науково-дослідні проєкти Центру дослідження інформаційних систем у 2019 році визначалися трьома галузями: 1) цифровий порядок денний дня (перехід на електронні засоби комунікації); 2) цифрове підприємство; 3) цифрове верховенство / керівництво (digital leadership).

Поле науково-дослідної діяльності Центру технологічних інновацій імені Дешпанде сформульовано досить широко, а саме як розвиток і впровадження революційних продуктів та послуг у таких сферах, як енергетика і освітлення. Охорона здоров'я, медичні дослідження, інформаційні технології [182].

З часу заснування Центру у 2002 році його науково-дослідні проєкти вилилися у 20 окремих компаній, які спеціалізуються на розробці новітніх технологій та пристроїв, наприклад, компанія Leuko Labs працює у сфері неінвазійних технологій моніторингу рівня клітин крові, Inkbit Corporation займається 3D принтерами нового покоління, Glympse Bio - новою парадигмою у діагностуванні, що дозволить виявлення та спостереження за хворобою на ранніх стадіях, C2Sense – технологіями, які будуть відчувати та розрушувати газ, і т. ін.

Іншим ефективним напрямом науково-дослідної діяльності є запровадження і фінансування грантів, а також участь у них.

Наприклад, у Центрі технологічних інновацій імені Дешпанде діє Грантовий центр, який присуджує гранти двох типів:

- Гранти на ініціацію інновацій (\$50000) – надаються дослідникам Массачусетського технологічного інституту, включно з студентами на другому (магістрантам) та третьому рівні (докторантам) вищої освіти для проведення експериментів на основі розробленого концепту та створення робочого прототипу винаходу.

- Гранти на реалізацію інновацій (до \$150 000) – присуджуються тим дослідникам, які успішно завершили роботу за грантом на ініціацію інновацій для допрацювання винаходу, вивчення потенційного ринку, оцінки рентабельності його застосування. Кінцева мета полягає в залученні необхідних інвестицій для комерціалізації винаходу із подальшим заснуванням компанії з виробництва або його ліцензування.

Інститут даних, систем і суспільства організовує серії семінарів провідних науковців із престижних закладів вищої освіти. Серед провідних заходів Центру бітів та атомів форуми, симпозіуми та майстер-класи. Наприклад, Центр щорічно проводить «Міжнародний форум і симпозіум майстерні цифрових технологій на виробництві», який збирає більше ніж 1600 практиків та дослідників-науковців із усього світу. Форум присвячений питанням цифрових технологій виробництва, інноваціям у сфері технологій. Він відбувається у формі виступів на конференції, обговорень і майстер-класів.

Нами були також виявлені особливості наповнення науково-дослідних центрів людським ресурсом, що забезпечує їхнє функціонування. Незважаючи на деякі

відмінності, можна зробити висновок, що колектив більшості центрів утворюють три складові [157; 182]:

- представники закладу вищої освіти (Массачусетського технологічного інституту);
- представники замовників наукових досліджень та спонсорів; та
- студенти.

Тобто діяльність науково-дослідних центрів об'єднує три зацікавлені сторони: навчальний заклад, перспективних роботодавців та споживачів результатів науково-дослідницької діяльності та студентів.

Працівників, у свою чергу, можна розподілити на три групи відповідно до функцій, які вони виконують:

- адміністрація, яка керує діяльністю та забезпечує її відповідність поставленій місії, координує взаємодію всіх учасників;
- професорсько-викладацький склад, який відповідає за реалізацію освітніх програм, проведення навчальних заходів;
- наукові співробітники, які керують науково-дослідною діяльністю.

Навчальні та дослідницькі функції часто поєднують одні й ті самі викладачі. Наприклад, головна наукова співробітниця Центру дослідження інформаційних систем є лектором, науковцем та керівником навчальних курсів з управління інформаційними технологіями. Сфера її інтересів як науковця стосується вивчення шляхів досягнення успіху компаніями у світі цифрової економіки, а також особливостей імплементації компаніями новітніх технологій (соціальних, мобільних, аналітичних, Інтернету речей, когнітивних обчислень) у своїй діяльності.

Діяльність Інституту даних, систем і суспільства забезпечує ціла когорта науковців, яка складається із 90 осіб і відноситься до трьох категорій: базовий викладацький склад, для яких Інститут є основним місцем роботи, викладачі, що працюють за сумісництвом та ті, які приїжджають за запрошенням. Вони представляють цілу низку галузей знань, що, в свою чергу, забезпечує міждисциплінарний характер Інституту: економіка, цивільна інженерія, менеджмент, технології і політика, аеронавтика й космонавтика, політологія, електротехніка, комп'ютерна лінгвістика, прикладна економіка, електротехніка і комп'ютерні науки, медична інженерія і комп'ютерна нейронаука, інженерні

системи, маркетинг, наукова організація управління виробництвом, механічна інженерія, фінанси, інформаційні технології та інші [189].

Особливістю діяльності науково-дослідних центрів з огляду на їхній склад є також те, що частина професорсько-викладацького складу й науковців має солідний досвід у секторах, на дослідження яких вони спрямовані. Наприклад, старший лектор Центру дослідження інформаційних систем Леслі Овенс більше двадцяти років працювала практиком, аналітиком-дослідником та консультантом у секторі бізнес-технологій.

Тобто можна зробити висновок, що люди, які визначають науково-дослідну діяльність центрів, є обізнаними із нагальними потребами відповідних реальних секторів суспільства. Таким чином забезпечується відповідність наукових досліджень реальним потребам суспільства.

Крім цього, до складу більшості науково-дослідних центрів Массачусетського технологічного інституту входять представники компаній, структур, які виступають у ролі замовника наукових досліджень та їхніх спонсорів. Наприклад, серед замовників науково-дослідної роботи Центру дослідження інформаційних систем вказані 10 провідних американських компаній, таких як AlixPartners LLP, Avanade, ISACA, Microsoft Corporation, The Ogilvy Group, LLC та інші. Список спонсорів включає більше 80 компаній із різних куточків світу, наприклад, Нідерландів, Австралії, Канади, Південної Америки, Швеції, Японії, Франції, Бразилії і т. ін [189].

До Координаційного комітету Центру технологічних інновацій імені Дешпанде входять представники Массачусетського технологічного інституту, зокрема професори з різних галузей інженерії, а також представники реальних секторів суспільства, дотичних до його науково-дослідницької діяльності, наприклад, підприємець та інвестор Геманг Дейв, практичний досвід роботи якого включає керівні посади провідних американських компаній, таких як корпорація CMGI, корпорація IBM та її дочірня компанія Lotus Development, меценат Деш Дешпанде, який є засновником Центру і основним спонсором, президентом та головою компанії Sparta Group LLC, співзасновником і головою компанії Sysatone Networks, Inc, членом Правління кураторів Массачусетського технологічного інституту «Корпорація МІТ», а також доктором філософії з обміну даними,

професійний інженер Пол Янсен, член Правління та старший консультант компанії-лідера Haselmeier з розробки та виробництва інноваційних автоматичних пристроїв для введення ін'єкцій, з досвідом роботи понад 30 років у галузі розробки медичних пристроїв.

Іншою особливістю є те, що багато науково-дослідних центрів формують свій склад не тільки із викладачів та партнерів - представників реальних секторів суспільства, а залучають до нього і студентів. Прикладом слугує Центр бітів та атомів, де студенти є активними учасниками діяльності, тобто розглядаються не тільки як сторона, якій надаються освітні та наукові послуги, а як партнери, які спільно із викладацьким складом виконують функції для забезпечення ефективної роботи Центру. Більше того, серед постійного складу Центру є також колишні студенти (бакалаври, магістри, аспіранти), які продовжують свої дослідження у відповідних секторах суспільства або в інших освітніх установах. Кожен із студентів, як колишніх, так і теперішніх, має свою сторінку на сайті Центру, де вказуються коло їхніх наукових інтересів, проєкти, над якими працювали і працюють зараз, основні наукові публікації та контакти. Це сприяє налагодженню контактів та активної співпраці у сфері науково-дослідної діяльності [189].

Студенти є повноправними партнерами також в Інституті медичної інженерії та науки. Крім них, діяльність Інституту забезпечують науковці, які відповідають за реалізацію освітніх програм та науково-дослідної діяльності, його керівництво та колишні випускники програм.

Центри фінансуються в основному за спонсорської підтримки зацікавлених представників реальних секторів, які беруть активну участь у їхній діяльності.

Як було зазначено вище, одним із шляхів реалізації науково-дослідної роботи в Массачусетському технологічному інституті, крім науково-дослідних центрів, є функціонування лабораторій.

У ході дослідження було встановлено, що діяльність науково-дослідних лабораторій відбувається в таких напрямках:

- науково-дослідна робота;
- надання спеціалізованих послуг;
- надання освітніх послуг;

- проведення різноманітних науково-практичних заходів (семінарів, конференцій, лекцій і т. ін.).

Лабораторії Массачусетського технологічного інституту є потужними центрами наукових досліджень, які об'єднують науково-дослідницькі центри, ініціативи та дослідницькі групи науковців. Як правило, лабораторії мають свої чітко визначенні сфери наукових інтересів. Так, Дослідницька лабораторія електроніки зосереджує свою наукову діяльність на семи темах: атомна фізика, інформатика й інформаційні системи, квантові обчислення і зв'язок, енергія, струм та електромагнетичні явища, фотонні матеріали, прилади й системи, наноматеріали, прилади й системи, біомедична наука й інженерія.

Так само, як і у випадку із описаними вище центрами, особливостями їхньої діяльності є міждисциплінарний підхід та фінансування з боку філантропів і спонсорів, які безпосередньо зацікавлені в новітніх технологічних розробках.

Обов'язковою умовою їхнього функціонування є звітування про науково-дослідну діяльність, яке відбувається раз на рік або раз на два роки на спеціальних засіданнях - симпозіумах.

Лабораторії є окремими підрозділами Массачусетського технологічного інституту. Штат лабораторії складається із:

- керівництва, яке визначає місію лабораторії та її структуру;
- основний професорсько-викладацький склад, який відповідає за науково-дослідницьку та освітню діяльність лабораторії;
- додатковий професорсько-викладацький персонал, що складається із представників різних галузей науки та дисциплін та користується послугами й обладнанням лабораторії;
- технічний персонал;
- представники компаній, які надають консультативні та менторські послуги.

Наприклад, Лабораторія мікросистемних технологій (ЛМТ) включає 4 центри: Центр інтегральних мікросхем і систем, Центр графенових приладів і 2D систем МІТ/ЛМТ, Нітрид-галієва енергетична ініціатива МІТ/ЛМТ, Центр реалізації медичних електронних приладів [189].

До керівного складу ЛМТ входять 6 працівників: один директор, чотири заступники директора та один адміністративний співробітник. До основного

професорсько-викладацького складу належать 55 науковців, які є працівниками Массачусетського технологічного інституту або приїжджають на запрошення з інших закладів вищої освіти. Компанії сектору електроніки представлені Консультативною радою з питань промисловості, члени якої належать до Мікросистемної промислової групи. До їхніх функціональних обов'язків належить надання консультативних та менторських послуг щодо забезпечення відповідності наукових досліджень, якими займається лабораторія, реальним потребам сектору електроніки.

Дослідницька група функціонує як один із структурних підрозділів науково-дослідницької лабораторії, який має всі необхідні характеристики окремого відділення:

- науково-дослідну тему, яка розробляється;
- свій штат, який складається із співробітників, наукового персоналу, студентів другого та третього рівнів вищої освіти (магістранти й докторанти) та технічного персоналу.

Тобто дослідницька група функціонує як підрозділ в підрозділі, яким є лабораторія. Наприклад, до складу ЛМТ, крім центрів, входить 13 дослідницьких груп на чолі професорів – представників викладацького складу лабораторій. Зокрема, дослідницька група професора Акінтунде Акінванде, працює у сфері електротехніки та комп'ютерних наук над розробкою мікроструктур і наноструктур для сенсорів і привідних елементів, над вакуумною мікроелектронікою та широкоекранними електронними індикаторними панелями. У 2019 році група розробляє наукову тему «Літографічно змодельовані транзистори типу метал-оксид для широкоекранної електроніки». До штату групи входять 6 співробітників, які здебільшого представляють Массачусетський технологічний інститут, а також університети Далласу й Кембриджу; 2 члени наукового персоналу, які є працівниками Лабораторії мікросистемних технологій; 4 докторанти із Массачусетського технологічного інституту, а також університетів Далласу й Кембриджу; та одного асистента з системного адміністрування, що репрезентує технічний персонал [189].

Дослідницькі групи Дослідницької лабораторії електроніки розподіляються за сімома основними темами, над розробкою яких вона працює. У межах кожної теми

працюють групи дослідників на чолі з професорами. Наприклад, над темою «Інформатика й системи» працюють 19 дослідницьких груп, тему «Наноматеріали, прилади й системи» розробляє 6 дослідницьких груп. Кожна з груп має свою спеціалізовану тему дослідження. Так, група професора Дж. Конг працює над характерними особливостями карбонових нанотрубок і їхнім застосуванням. Її штат складають, крім керівника професора Дж. Конг, дев'ять постдокторантів, шість студентів - магістрантів та докторантів, один приїжджий студент, один асистент із системного адміністрування та ціла когорта колишніх випускників [182].

Лабораторії МІТ відповідають також за проведення навчальних курсів, які входять до обов'язкових освітньо-кваліфікаційних програм на ступінь бакалавра. Наприклад, група професора Дж. Конг Дослідницької лабораторії електроніки читає курси «Мікросхеми й електроніка», «Вступ до електротехніки й комп'ютерної науки», «Мікроелектронні прилади і кола» і «Електромагнетичні явища та їхнє застосування», які входять до обов'язкових дисциплін двох освітніх програм «Електротехніка» та «Електротехніка й комп'ютерна наука» [182]

Іншим напрямом діяльності лабораторій є надання спеціалізованих послуг широкому співтовариству МІТ. Наприклад, у Массачусетському технологічному інституті ЛМТ є постачальником послуг нановиробництва, систем автоматизованого проєктування та інформаційних технологій.

Дослідницька лабораторія електроніки пропонує менторські послуги для науковців-початківців, що полягають у наданні допомоги з визначенням партнерів для проведення науково-дослідної діяльності, написанням плану майбутнього дослідження, пітчінгом ідеї і т. ін. Лабораторія також надає супровід для участі в грантових програмах на всіх етапах, починаючи із подання заявки до отримання гранту та його виконання. Інший вид послуг стосується роботи з персоналом і полягає в координації пошуку вакантних посад і відносин між працівниками, створенні можливостей для професійного розвитку, допомозі з оформленням необхідних документів для приїжджих працівників і т. ін. У відомстві Лабораторії перебуває також керування та обслуговування локальної мережі, яка обслуговує декілька будівель Массачусетського технологічного інституту. Ще один важливий вид послуг, які надає Лабораторія, пов'язаний із популяризацією результатів наукових досліджень, які вона проводить, та ознайомлення з ними широкого загалу

науковців. Зокрема, Лабораторія допомагає із розробкою, дизайном та керуванням веб-сайтів головних заходів, дизайном та публікацією книг, матеріалів конференцій, брошур і т. ін [182; 189].

Лабораторії також проводять семінари, конференції, презентації та інші науково-практичні заходи. ЛМТ є організатором «Щорічної конференції дослідження у галузі мікросистем».

Вивчення досвіду проведення науково-дослідної роботи в Массачусетському технологічному інституті дозволяє зробити певні висновки. Як показало дослідження, центрами наукової діяльності є науково-дослідні центри та лабораторії. Незважаючи на їхніх міждисциплінарний характер, багато з них мають фокусом наукові пошуки у сфері електроніки. Центри і лабораторії виступають окремими доволі незалежними структурними підрозділами МТІ, провідною місією яких є проведення інноваційних наукових досліджень. Науково-дослідна діяльність центрів і лабораторій має багато спільного. Їх об'єднує робота за такими напрямками, як надання освітніх послуг, проведення чітко спеціалізованої науково-дослідної діяльності, організація різноманітних науково-практичних заходів. Проте центри відрізняються тим, що у переліку їхніх освітніх послуг є докторські програми, тобто освітні програми підготовки здобувачів на третьому рівні вищої освіти. Відмінною рисою лабораторій є надання спеціалізованих послуг. [182; 189].

Важливо вказати, що одним із позитивних моментів діяльності центрів і лабораторій є залучення до їхнього складу представників реального сектору електроніки, що є взаємовигідною співпрацею. З одного боку, представники компаній, корпорацій і т. ін. надають важливу інформацію щодо реальних потреб сфери електроніки, тим самим сприяють проведенню необхідної науково-дослідної роботи, результати якої допомагають вирішити їхні проблеми. Науково-дослідні центри і лабораторії, крім консультативних послуг, отримують належне фінансове забезпечення.

Досвід науково-дослідних центрів і лабораторій МТІ не є унікальним. Наявність лабораторій, оснащених сучасним необхідним обладнанням, на спеціалізованих відділеннях / факультетах, які готують фахівців з електроніки, є поширеною тенденцією. Як правило, функціонування лабораторій має два основні

напрями: 1) з метою забезпечення навчання; 2) для проведення науково-дослідницької й інноваційної роботи.

Наприклад, відділення системотехніки університету штату Каліфорнії (Літл Рок) має 9 лабораторій, усі з яких використовуються для забезпечення проведення лабораторних практикумів та виконання бакалаврських, магістерських і докторських досліджень. Зокрема, на вебсторінці однієї із лабораторій «ІТС Металабораторія» (ITS MetaLab) вказано, що вона використовується для дослідницьких і навчальних цілей. На час нашого аналізу за лабораторією були закріплені три здобувачі ступеня «магістр» та два здобувачі першого наукового ступеня «доктор філософії». Серед курсів, які проводяться на базі лабораторії, є «Аналіз рішень і ризиків», «Моделювання транспортних систем», «Методи оптимізації у системотехніці» та інші [227].

Як показують результати нашого дослідження, однією із форм організації науково-дослідної діяльності студентів – майбутніх фахівців електроніки – є різноманітні студентські професійні об'єднання та товариства.

У Стенфордському університеті діють два студентські товариства для студентів-інженерів: «Тау бета пі», студентське відділення «Інституту інженерів-електротехніків та електроніків» та понад 600 організацій студентів-інженерів.

«Тау бета пі» (Tau Beta Pi) – найстаріше почесне товариство інженерів у США, метою створення якого було визнання особливих навчальних, наукових й особистих досягнень студентів інженерних спеціальностей, а також утвердження духу свободи в школах інженерії. На сьогодні товариство нараховує 246 підрозділів в університетах і коледжах США та 580 000 членів [220].

У Школі інженерії Стенфордського університету діє Каліфорнійське відділення товариства «Гама». Серед його основних видів діяльності – надання консультацій своїм колегам-студентам із дисциплін інженерного циклу й математики, організація різноманітних подій, присвячених питанням побудови кар'єри в галузях інженерії, здійснення спеціалізованих проєктів, проведення соціально-культурних заходів для студентів інженерних спеціальностей, зокрема неофіційних вечерь з вищим керівництвом різноманітних інженерних компаній, щорічна серія виступів «Тау бета пі» і т. ін.

Щоб вступити до товариства, студент повинен навчатися за однією з програм інженерії, входити за рейтингом до 1/8 найкращих студентів своєї групи на перших двох роках навчання та до 1/5 - на двох останніх роках навчання, виконати вимоги, пов'язані із участю в різноманітних заходах товариства.

Студентське відділення «Інституту інженерів-електротехніків та електроніків», започатковане в 2001 році, об'єднує понад 1000 студентів, які навчаються за програмами «Комп'ютерна наука» і «Електротехніка» [217]. Діяльність цього студентського товариства спрямована на налагодження ефективних зв'язків із партнерами промислового сектору, створення можливостей для розвитку нових технологічних навичок і вмінь та здобуття знань про дослідження у сфері технологій й інновацій, розробку проєктів і пошук кар'єрних можливостей. Оскільки товариство є студентським відділенням «Інституту інженерів-електротехніків та електроніків» Стенфордського університету, його діяльність сприяє також налагодженню ефективної співпраці викладацького складу та студентів.

У державному університеті Боулінг Грін студенти мають можливість вступити до студентської організації «Міжнародне товариство автоматики» (International Society of Automation). Вона надає спонсорську підтримку у особистому та професійному розвитку здобувачів вищої освіти з електроніки [147].

Ще однією поширеною тенденцією щодо залучення студентів до науково-дослідної роботи є організація різноманітних професійних та науково-дослідних конкурсів, премій і т. ін. Наприклад, у державному університеті Боулінг Грін діє програма спеціалізованих конкурсів «BEST program», якою керує «Коледж технології та архітектури і прикладної інженерії». Ця програма передбачає проведення двох паралельних конкурсів: конкурс із роботехніки та конкурс «Премія BEST». У межах першого з них кожному учаснику надається ідентичний набір обладнання та частин, з яких відповідно до встановлених правил та протягом шести тижнів необхідно розробити, створити та протестувати робота на дистанційному управлінні. Учасниками змагання є команди студентів, школи і т. ін. У якості менторів команд-учасників до конкурсу залучаються також представники науково-педагогічного складу коледжу, технічні спеціалісти, які працюють у промисловості. Протягом виконання командами проєкту, їхні обов'язки визначаються діями, які

передбачають ролі порадника та провідника. Іншими словами, команди-учасники повинні виконувати всю необхідну роботу самі[147].

Конкурс «Премія BEST» відбувається паралельно з тими самими учасниками, але за їхньою попередньою згодою. Назва премії «BEST» розшифровується як «Boosting Engineering, Science, and Technology», що означає сприяння розвитку інженерії, науки та техніки. Учасники змагаються в 5 номінаціях:

- записна книжка розробки проєкту (Project Engineering Notebook)
- маркетингова презентація проєкту (Marketing Presentation)
- виставка команди та інтерв'ю (Team Exhibit and Interview)
- Загальний дух команди та суперництва (Spirit and Sportsmanship)
- Експлуатаційні показники робота (Robot Performance).

Отже, забезпечення якості професійної підготовки фахівців з електроніки в американській системі вищої освіти досягається шляхом поєднання таких її форм: за стандартною програмою підготовки, онлайн програмою з можливістю дистанційного та гібридного навчання, змішаною програмою. Крім того, якість професійної підготовки фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США досягається за рахунок оптимального співвідношення між такими формами організації навчальних занять як лекції (фундаментальна теоретична підготовка), лабораторні заняття (формування практичних навичок роботи, зокрема експериментування і тестування), рецитація (глибше опрацювання матеріалів, попередніх лекцій в аудиторії, зосередженість на проблемних і дискусійних питаннях, концепціях, теоріях) та виконання підсумкових проєктів (проєктування та/або науково-дослідної діяльності). Серед активних методів професійної підготовки фахівців з електроніки найбільшу популярність мають проблемні методи, кейс-стаді та виконання дослідно-конструкторських проєктів.

2.4. Комерціалізація науково-технічних розробок

Як зауважують Ю. П. Денисов і Н. В. Немцова, призначення університету як закладу освіти не вичерпується створенням і передачею знань та підготовкою спеціалістів [13, с. 58]. Місія, яку виконує університет у суспільстві, має подвійну сутність. Як освітня установа він формує особистість фахівця й соціокультурний

фундамент усього співтовариства знань, що складається із норм, цінностей, поведінкових моделей, інститутів й інституцій. Проте університет є також суб'єктом економіки знань й активним учасником ринкових відносин. У цій ролі його місія пов'язана із створенням і передачею знань і технологій як конкурентоспроможного товару на ринок інтелектуальної продукції. Американські університети займають лідируючі позиції серед світових науково-дослідних закладів і вважаються центрами генерації нових знань та інновацій у сучасному світі високих технологій.

Незважаючи на доволі малу частку дослідницьких університетів - 200 з 4000 закладів вищої освіти, вони вважаються важливими чинниками й центрами розвитку економіки США. За даними вчених, 65 % росту економіки агломерацій великих міст США пояснюється активною діяльністю цих освітніх установ у сфері високих технологій, а 80% американських лідируючих сегментів сучасного виробництва народжується саме на основі досліджень, які проводяться на базі дослідницьких університетів [101].

Недарма їм відводиться важлива роль у процесі комерціалізації наукових досліджень, науково-технічних винаходів і розробок. Передача науково-технологічних розробок із дослідницьких центрів у комерційний сектор має багато переваг, серед яких створення нових робочих місць, вирішення численних завдань проблем різних секторів сучасного суспільства.

На думку К. А. Маркова, у США процес комерціалізації науково-технічних розробок реалізується у трьох напрямках, два з яких пов'язані із способом отримання прибутку від комерціалізації інноваційної діяльності, зокрема:

- створення на основі наукових відкриттів спін-офф компаній і отримання прибутку від їхньої діяльності (дохід від акцій компанії) або отримання прибутку від продажу компанії; при цьому університет відповідальний за надання необхідної правової, фінансової й організаційної підтримки розробникам;
- робота з патентування і надання патентного супроводу перспективним науковим відкриттям і отримання прибутку від продажу ліцензій на ці патенти.

Третій напрям реалізації комерціалізації інновацій пов'язаний із організацією для дослідників навчальних програм і семінарів із правової і комерційної діяльності, а також тренінгів для формування навичок спілкування із потенційними інвесторами [33, с. 24].

Важлива роль у процесах комерціалізації науково-технічних розробок, що здійснюються на базі закладів вищої освіти, належить державній політиці у цій сфері. Р. С. Аткинсон і П. А. Релфі (R. C. Atkinson, P. A. Pelfrey) виділяють чотири групи подій, які окреслили взаємовідносини між державою й американськими дослідницькими університетами й вплинули на розвиток останніх [101]:

- 1) історичне рішення про започаткування всеоб'ємної федеральної політики щодо науки у післявоєнний період (починаючи з 1945 р.);
- 2) прийняття закону «Акт Бея-Доула» (Bayh-Dole Act) [107];
- 3) економічні дослідження, які довели провідну роль знань в економічному розвитку країни;
- 4) сучасні експерименти з новими формами співробітництва між промисловістю й університетами у сфері досліджень.

Для США характерною є «лінійна модель» інноваційної політики, яка бере свій початок з моменту проголошення доповіді «Наука, нескінченний кордон» (Science: The Endless Frontier) Веннівера Буша, інженера і винахідника, наукового консультанта Президента США Франкліна Рузвельта [22, с. 159]. Зокрема, у доповіді було запропоновано сформувати систему інноваційної індустрії, засновану на тісному співробітництві і партнерстві трьох зацікавлених сторін: університетів, корпоративної індустрії й федерального уряду. Така система обіцяла стати економічно вигіднішою, аніж створення з нуля науково-дослідних інститутів і центрів. При цьому підході трансфер технологій постає у вигляді функціонального ланцюжка, де університети займають початкову позицію як осередки проведення фундаментальних досліджень і генерування нових знань, федеральний уряд виконує роль основного спонсора через його структурний підрозділ Національний науковий фонд (National Science Foundation) (1950 р.), відповідальний за надання грантів окремим дослідникам, а отже є запорукою успішного функціонування університетів, а корпоративній індустрії відводиться кінцева позиція, де відбувається запровадження й комерціалізація нових знань у формі інноваційних науково-технічних розробок [191, с. 3]. Як зауважує І. І. Ігнатов, лінійна модель інноваційної політики, яка сформувалася в той період, була заснована на чіткому розподілі праці: університети за допомогою досліджень виробляли великі об'єми знань, а корпоративний сектор відповідав за просіювання «когнітивної руди» у пошуках

«золотих крупинок», які можна далі розробляти й переробляти [22, с. 160]. При такому підході основне фінансування фундаментальних досліджень надходить від федерального уряду, який у порівнянні з корпоративним сектором набагато ліберальніший у відношенні до дослідницьких проєктів, які видаються ризикованими з точки зору кінцевої самоокупності та конкурентоспроможності на ринку (що вбачалося перевагою такої моделі).

Проте лінійна модель інноваційної політики із трьома складовими – науково-дослідними університетами, корпоративним сектором та федеральним урядом – при функціонуванні останнього у ролі основного спонсора не була позбавлена недоліків. К. А. Марков вважає, що існувало принаймні два фактори, які негативно відображалися на ефективності цієї системи [33, с. 24]. По-перше, як основний спонсор проєктів федеральний уряд володів усіма патентними правами на розробки, тому проводив політику повної доступності винаходів для всіх платників податків, за рахунок яких вони були розроблені. У такій ситуації комерційний сектор міг отримати лише невиключну ліцензію на винахід, що не сприяло їхній зацікавленості у співпраці. Інший фактор був пов'язаний з особливостями патентної політики дослідницьких університетів, відповідно до яких: 1) патентується менше половини винаходів; 2) винаходи на момент патентування знаходяться ще в стадії концепції, а для їхнього повного комерційного застосування у якості готового кінцевого продукту необхідні додаткові затрати, саме які міг би компенсувати покупець ліцензії. Як справедливо зауважують Р. С. Аткинсон і П. А. Релфі (R. C. Atkinson, P. A. Pelfrey), при такому підході стратегія федерального уряду полягала у наданні фінансової підтримки досліджень на етапі створення знань, залишаючи при цьому поза увагою етап їхнього практичного запровадження [101].

Можна зробити висновок, що трикомпонентна лінійна модель інноваційної політики США виявилася неефективною через брак ще однієї важливої ланки, яка мала з'єднати концепції винаходів і розробок, які створювалися в результаті наукових досліджень в університетах, і їхній вихід у вигляді готових кінцевих продуктів на ринок комерційного сектору. Цією з'єднувальною ланкою став трансфер технологій.

Саме із трансфером інновацій із середовища дослідницьких університетів до їхньої комерціалізації в корпоративному секторі пов'язане прийняття цілої низки

законодавчих документів у 80-их роках ХХ століття, які сформували нову інноваційну політику США: «Акт Бея-Доула» (Bayh-Dole Act), «Акт про національні корпоративні дослідження» (National Cooperative Research Act), «Акт про національні корпоративні дослідження і продукції» (National Cooperative Research and production Act), закон Стівенсона-Вайдлера «Про технологічні нововведення», федеральний закон про трансфер технологій (Federal technology Transfer Act), національний закон про конкурентоспроможність у сфері трансферу технологій, урядова постанова «Про спрощення доступу до наук і технологій», «Програма з передових технологій» (Advanced technologies Program).

Найважливішим з них за результатами впливу на комерціалізацію інновацій виявився закон Бея-Доула, який надав університетам право на інтелектуальну власність на винаходи, які розроблялися за рахунок урядових коштів. При цьому уряд залишився основним спонсором винаходів, які не зможуть з'явитися у формі кінцевого продукту без його підтримки. Тобто на сьогодні однією із характерних особливостей комерціалізації науково-технічних розробок в американських дослідних університетах є те, що інтелектуальна власність на винаходи і відкриття, які були зроблені його працівниками, належить університету. Це обумовлюється в першу чергу тим, що проведення досліджень уможливується вартісним обладнанням, яке придбане за кошти університету. Наприклад, відповідне положення прописане в документі, що регламентує патентну політику Стенфордського університету, відповідно до якого право на винахід може перейти до розробника лише за умови, якщо університет не може або не рахує за потрібне його запатентувати або ліцензувати [107].

Результатом прийняття закону Бея-Доула та надане ним університетам право на інтелектуальну власність стало те, що лінійна модель інноваційної політики США отримала ще одну складову – трансфер знань і технологій, яка безпосередньо зв'язала університети як осередки інновацій з корпоративним сектором як споживачем цих інновацій у вигляді кінцевого продукту.

Як показують результати нашого дослідження, що стосуються кроків, які необхідно зробити для трансферу технологій із середовища університету до корпоративного сектору, тобто для перетворення винаходу у формі концепції у

готовий кінцевий продукт, який можна виводити на ринок, процес комерціалізації технологій складається із таких етапів: проведення дослідження – винахід – заявка про винахід – оцінка його патентоздатності і комерційного потенціалу - захист інтелектуальних прав на власність – маркетинг для вирішення способу просування продукту на ринок – ліцензування – комерціалізація – отримання прибутку (рис. 2.3.).

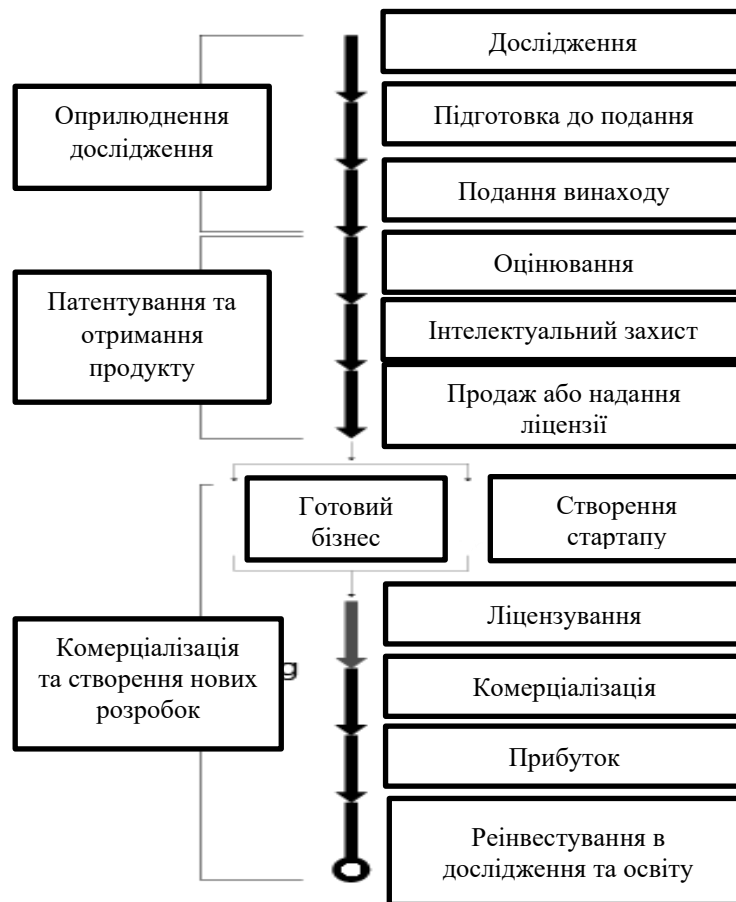


Рис. 2.3 Концепція трансферу технологій Массачусетського технологічного інституту

Джерело: перекладено автором [189]

Як бачимо, більшість із позицій, на які розподіляється процес перетворення технологій у комерційний продукт, співпадає із етапами, описаними вище. Рішення щодо того, у який спосіб буде відбуватися комерціалізація технологій приймається на етапі маркетингу. При цьому можливі два шляхи: заключення ліцензійної угоди з

існуючою компанією або заснування нового стартапу. Цікавим, на наш погляд є останній етап, а саме реінвестування отриманого прибутку у дослідження та освіту, що дозволяє представити концепцію трансферу технологій у вигляді замкненого кола/циклу. Тобто кінцевою метою трансферу технологій є не отримання прибутку, а стимулювання і підтримка розвитку дослідницького та навчального потенціалу університету.

Варто зауважити, що університети користуються повною автономією щодо вибору шляху комерціалізації, вирішення наскільки суворою чи ліберальною буде їхня політика щодо патентування, які типи ліцензійних угод заключати і т. ін. У таблиці 2.4. зафіксовані дані щодо основних показників трансферу технологій у трьох університетах (Стенфордський університет (СУ), Массачусетський технологічний інститут (МТІ), Гарвардський університет (ГУ), університет Північної Кароліни (УПК):

Таблиця 2.4

Комерціалізація технологій у дослідницьких університетах США за 2019 р.

Показник комерціалізації технологій	МТІ	%	СУ	%	ГУ	%	УПК	%
Заявка на відкриття	789	100.0	564	100.0	450	100.0	295	100.0
Ліцензійні угоди	112	14.2	122	21.6	45	10.0	153	51.9
Стартапи	25	3.2	24	4.3	15	3.3	21	7.1

Джерело: укладено автором

До аналізу були включені три показники: кількість поданих заявок про відкриття, кількість укладених ліцензійних угод та кількість заснованих інноваційних компаній. Ці показники відповідають різним етапам комерціалізації технологій, а саме: заявки про винахід є одним із перших кроків. Які здійснюють розробки у процесі перетворення концепції свого винаходу в готовий продукт. Два інші показники – укладені ліцензійні угоди та запуснені стартапи – відносяться до кінцевих етапів цього процесу. Вони є основними показниками ефективності діяльності Офісів із трансферу знань і технологій разом із кількістю поданих

патентних заявок й отриманих патентів та доходом від комерціалізації науково-технічних розробок.

Дані таблиці 2.4 показують, що в цілому незначна кількість розробок перетворюється на готовий продукт і знаходить своє місце на ринку в тій чи іншій формі. Зокрема, процентне співвідношення укладених ліцензійних угод коливається від 10 до 20 відсотків від загальної кількості поданих заявок про винахід. Цей показник є високим лише в Північно-Каролінському державному університеті, де він складає більше 50%. Практично однакова кількість винаходів знаходить своє втілення у формі нових інноваційних компаній, так званих стартапів, проте їхня кількість відносно поданих заявок в усіх проаналізованих університетах є відносно малою.

Процеси комерціалізації, патентування та ліцензування інновацій в американських закладах вищої освіти регулюються за допомогою прийнятих в них положень, принципів і правил. Наприклад, в Стенфордському університеті такими є «Авторський і патентний договір Стенфордського університету «SU18»», патентна політика та авторська політика [177]. Більше того, відповідно до правил патентної та авторської політики усі працівники професорсько-викладацького складу, студенти, починаючи з другого рівня вищої освіти, та співробітники, які залучені до науково-дослідних робіт, повинні підписати вказаний договір з першого дня роботи чи навчання в університеті.

Результати нашого аналізу показують, що для забезпечення комерціалізації науково-технічних розробок у структурі кожного університету діє відповідна структура: наприклад, Офіс з ліцензування технологій (Office of Technology Licensing) у Стенфордському університеті, Офіс спільних\комплексних досліджень (Office of Cooperative Research) у Єльському університеті, Офіс розвитку технологій (Office of Technology Development) у Гарвардському університеті, Офіс ліцензування технологій (Technology Licensing Office) у Массачусетському технологічному інституті. У складі Каліфорнійського технологічного інституту функціонує Офіс трансферу технологій та спільного партнерства (Technology Transfer & Corporate Partnerships Office) який був утворений у 2013 році у результаті злиття двох окремих підрозділів: Офісу трансферу технологій та Офісу відносин із корпоративним сектором. Таке злиття відображає унікальну політику університету з

комерціалізації науково-технічних розробок, яка полягає у налагодженні тісного партнерства між трьома учасниками цього процесу: професорсько-викладацьким складом університету, промисловим сектором та бізнесом.

Одною із найстаріших структур, яка забезпечує комерціалізацію науково-технічних розробок, вважається Офіс ліцензування технологій Стенфордського університету. На думку Л.М. Фішера, сучасна ера трансферу технологій розпочалася саме з моменту його заснування Н. Реймерсом у 1970 р. з метою просування на ринок інтелектуальної власності цього закладу [151]. Уже понад півстоліття Стенфордський університет є лідером у цій сфері. Саме з цим закладом пов'язують розвиток Силіконової долини у Північній Кароліні та зародження промисловості біотехнологій.

Як показали результати нашого дослідження, у структурі одного університету можуть діяти декілька підрозділів, що займаються питаннями трансферу знань і технологій. Як правило, така тенденція спостерігається у закладах, які надають великого значення створенню стартапів. Наприклад, в університеті Північної Кароліни крім Офісу комерціалізації наукових досліджень (Office of Research Commercialization), діє ще декілька структур, які займаються питаннями трансферу інновацій. Зокрема, це простори-інкубатори (HQ Raleigh, NC State Technology Park), які спеціалізуються на сприятній організації інноваційної діяльності малого бізнесу через заснування стартапів. У співпраці з Адміністрацією малого бізнесу США університет Північної Кароліни також координує функціонування Центру розвитку малого бізнесу і технологій Північної Кароліни, який отримує спільне фінансування від федерального уряду, університету та керівництва штату. Метою діяльності цього Центру є надання належної допомоги в розвитку малих компаній, сучасних технологій і їхньої технологізації, що беззаперечно сприяє економічному зростанню штату. Зокрема, Центр ідентифікує себе як бізнесовий консультативний ресурс для малих і середніх компаній, що знаходяться у стані зародження чи розвитку, який є частиною економічної інфраструктури Північної Кароліни [193]. Центр надає послуги через функціонування офісів, розміщених на території кампусів університету Північної Кароліни. Серед основних видів діяльності Центру є:

- проведення експертизи малого бізнесу шляхом оцінювання позицій, пов'язаних із плануванням, фінансовим менеджментом, людським ресурсом, маркетингом та діяльністю;

- проведення заходів, спрямованих на навчання зацікавлених осіб щодо заснування стартапів, серед яких освітні семінари й інтенсивні заняття;

- надання необхідної допомоги місцевим організаціям. Урядовим структурам та відділенням університету з питань розвитку регіональних економічних стратегій, оцінки реалізованості проєктів, технічної підтримки для підприємницьких програм; аналізу ринка і т. ін.

- сприяння ефективному використанню дослідницького людського ресурсу Північно-Каролінського державного університету шляхом залучення до співпраці професорсько-викладацький склад, здобувачів, які навчаються за програмами магістратури і вище у спільних із замовниками розробок проєктах;

- налагодження мережі партнерських зав'язків із структурами федерального уряду і штату, фінансовими інститутами, громадськими організаціями, підприємцями і т. ін.;

- активна участь у підтриманні економічної стабільності у період криз, стихійних лих, пандемій і т. ін.

Діяльність Центру реалізується в основному через урядові грантові програмами сприяння науково-дослідницької роботи малих компаній «Програма інноваційних досліджень малого бізнесу» і «Програма трансферу технологій малого бізнесу», згадані вище. Тобто можна зробити висновок, що в університеті Північної Кароліни існує декілька структур із трансферу знань і технологій, які створюють можливостей для винахідників щодо вибору шляху комерціалізації їхніх науково-технічних розробок [193].

На основі вивчення інфраструктури комерціалізації науково-технічних розробок в американських університетах Д. Ш. Султанова й Д. Вільямс виділяють три моделі функціонування структур закладу вищої освіти, які безпосередньо залучені до ліцензування та комерціалізації, відповідно до їхньої мети:

- 1) створення стабільного прибутку від продажу ліцензій і проведення науково-дослідних і конструкторських робіт на замовлення промислових підприємств у найбільш конкурентоспроможних напрямках досліджень освітньої установи;

- 2) надання якісних послуг всьому професорсько-викладацькому складові, зусилля яких спрямовані на комерціалізацію науково-технічних розробок;
- 3) надання пріоритету створення і розвитку малих інноваційних компаній [80, с. 253].

При першому підході основною метою функціонування офісів комерціалізації інновацій є забезпечення отримання стабільного прибутку. Для цього їхні зусилля спрямовуються виключно на винаходи, які мають найвищий комерційний потенціал. При цьому інші розробки, як і їхні винахідники, отримують мало уваги або залишаються поза нею взагалі. Як правило, авторство найуспішніших з комерційної точки зору розробок належить одній-двом групам науковців. Тому природно, що саме ці представники викладацького складу освітньої установи визначаються спеціалістами із ліцензування та комерціалізації розробок як пріоритетні у плані надання необхідних послуг. У результаті, можливості для розвитку отримує незначна кількість напрямів та розробників, які в них працюють.

Пріоритетним напрямом функціонування другої моделі є надання супроводу професорсько-викладацького складу в процесі комерціалізації їхніх розробок. При такому підході рівноцінну увагу отримують усі подані заявки, що дозволяє надати необхідну підтримку для виходу на ринок усім винаходам, які мають навіть незначний комерційний потенціал. Такий підхід сприяє активізації процесу науково-технічних досліджень у цілому.

Третя модель спрямована на розвиток малого бізнесу за рахунок сприяння заснуванню та розвитку інноваційних компаній, так званих стартапів. Варто зауважити, що уряд США надає великого значення розвитку інноваційного потенціалу малого бізнесу. Зокрема, у країні існує Адміністрація малого бізнесу, основною функцією якої є підтримка нових технологій, які розробляються маленькими компаніями. За результатами дослідження К. А. Маркова, найефективнішими урядовими грантовими програмами сприяння науково-дослідницької роботи малих компаній є «Програма інноваційних досліджень малого бізнесу» (Small Business Innovation research program, SBIR) і «Програма трансферу технологій малого бізнесу» (Small Business Technology Transfer, STTR) [33, с. 25]. Такі програми спрямовані перш за все на фінансову підтримку інноваційної діяльності малого бізнесу, а також на розвиток партнерського співробітництва між

університетами та малими компаніями у сфері спільних науково-технічних розробок.

На думку Д. Ш. Султанової й Д. Вільямс, напрям роботи структури університету, відповідальної за патентування й ліцензування науково-технічних розробок у межах інноваційних стартапів, вимагає іншого кадрового складу. Оскільки в цьому випадку науково-дослідницька й конструкторська діяльність навчальних закладів вищої освіти прямо пов'язана з розвитком бізнесу, необхідні спеціалісти з досвідом підприємництва, обізнані з місцевим товариством інвесторів, бізнесменів, підприємців, тобто команди професіоналів, здатних надати належний супровід стартапам з моменту їхньої реєстрації і до самоокупності [80, с. 253].

За результатами нашого дослідження, більшість університетів використовують поєднання трьох моделей. Наприклад, функція надання послуг професорсько-викладацькому складу відображена у переліку функцій, які виконує Офіс комерціалізації досліджень університету Північної Кароліни, де, зокрема, знаходимо [193]:

- надання розробникам широкого кола послуг, пов'язаних із захистом, маркетингом і ліцензуванням інтелектуальної власності, яка створена в університеті;
- робота з корпоративним сектором із метою пошуку партнерів, зацікавлених новими продуктами;
- надання необхідного супроводу винахідникам і розробникам для заснування інноваційних стартапів на основі університетських розробок [194].

Статистичні дані, розміщені на сайті відповідних Офісів, свідчать про напрями їхньої діяльності. Зокрема, в університеті Північної Кароліни модель зосереджена на отриманні прибутку від патентної та ліцензійної діяльності реалізувалася в понад 1500 виданих оформлених патентів, понад 800 договорів про комерціалізацію та понад 600 продуктів виведених на ринок. Зусилля, сконцентровані на розвитку інноваційної складової малого бізнесу, знайшли своє вираження у запуску понад 170 стартапів, які принесли до дослідницького бюджету біля 1,7 млрд доларів США. [194].

Варто зауважити, що незважаючи на поширену загальну тенденцію структур, відповідальних за трансфер знань та технологій, працювати за трьома окресленими напрямками, пріоритетним для більшості американських дослідницьких

університетів на даному етапі є комерціалізація науково-технічних розробок шляхом створення малих інноваційних компаній «стартапів». Це пояснюється перш за все державною економічною політикою, сприятливою для підприємництва в цілому, й особливо для інноваційних стартапів у США. Вважається, що саме малий бізнес спроможний витягти країну з економічної кризи [207]. За даними дослідників, у період з 1980 по 2005 рік у США майже всі з 40 мільйонів нових робочих місць були створені маленькими компаніями, що функціонували не більше 5 років. Створення робочих місць за короткий період часу та здатність до швидкого розвитку відносяться до переваг малого бізнесу. Проте найважливішим є те, що вони є ефективними засобами запровадження і поширення трансформаційних інновацій. Ще в 1950-ті роки Роберт Соллоу за допомогою математичної моделі довів, що економічний ріс визначається, крім праці й капіталу, технологічними інноваціями, при чому останні відповідають за 50% економічного росту. Тому цілком виправданим є надання пріоритету такому напряму діяльності структур, відповідальних за трансфер, як створення і розвитку малих інноваційних компаній [101].

На думку Р. С. Аткинсон і П.А. Релфі (R. C. Atkinson, P. A. Pelfrey), партнерська співпраця із корпоративним сектором з метою забезпечення ефективного трансферу знань та технологій у секторі малого бізнесу поставила перед дослідницькими університетами нові виклики:

- потреба у проведенні міждисциплінарних досліджень у тісній співпраці із партнерами, які представляють виробничий сектор для успішного перетворення нових знань і технологій у нові, продукти і стартапи;
- необхідність у побудові довгострокового бачення наукових і технологічних відкриттів, які будуть потрібними через 10-20 років;
- підготовка фахівців із солідною базою знань не тільки в технічних галузях, але й підприємництва [101].

У сфері комерціалізації науково-технічних розробок одним із шляхів подолання цих викликів є налагодження партнерства між дослідницькими університетами і виробничим сектором з метою здійснення спільних міждисциплінарних проєктів. Прикладом такої партнерської співпраці є Каліфорнійський технологічний інститут. Як зазначалося вище, у цьому закладі за

трансфер технологій відповідає Офіс трансферу технологій та спільного партнерства, який реалізовує комерціалізацію науково-технічних розробок відповідно до нового підходу з особливим наголосом на співпраці із сферою бізнесу. Зокрема, основними напрямками діяльності Офісу є [121]:

- налагодження співпраці з представниками професорсько-викладацького складу університету, які вважаються потенційними розробниками нових винаходів. Варто відзначити, що в Каліфорнійському технологічному інституті особлива увага надається створенню сприятливого середовища партнерства між працівниками офісу та науковцями, оскільки від їхньої співпраці великою мірою залежить наскільки успішним буде шлях винаходу на ринок.

- інтенсивна діяльність щодо захисту інтелектуальної власності, що реалізовується шляхом подачі заявок на патент майже на кожен заявлений винахід.

- побудова тісної співпраці з виробничим сектором, що зокрема знаходить своє втілення у спрощеній процедурі укладання ліцензійних угод.

- сприяння розвитку бізнесу шляхом надання підтримки заснуванню та розвитку інноваційних компаній.

На думку І. І. Ігнатова, американська модель трансферу технологій не позбавлена недоліків [22, с. 178]. Серед можливих ризиків, названих вченим, увагу привертають такі: 1) активна комерціалізація науково-технічних розробок може привести до зниження якості інтелектуальної власності; 2) така активність може спрямувати інноваційну діяльність на пошук швидкого прибутку, а не на пошук нових знань, який часто буває часозатратним; 3) комерціалізація науки може вплинути на структуру дослідницьких університетів, сприяючи гіпертрофованому розвитку тих напрямів, які обіцяють швидкий прибуток.

Отже, організація науково-дослідної діяльності майбутніх фахівців з електроніки реалізується у виконанні дипломних робіт, участі у науково-дослідних програмах, курсах із складовою наукового дослідження, грантах або контрактах. Науково-дослідна робота здійснюється через мережу наукових центрів, лабораторій, бібліотек, студентських наукових і професійних товариств. У ході дослідження встановлено, що ефективним засобом залучення студентів до науково-дослідної роботи є також діяльність наукових товариств на базі одного закладу та таких, що об'єднують науковців та студентів різних закладів. Характерна особливість

організації науково-дослідної роботи в американських закладах вищої освіти – це тісна співпраця професорсько-викладацького складу і студентів.

Висновки до другого розділу

На основі проведеного аналізу визначено найвпливовіші американські заклади вищої освіти, що здійснюють підготовку фахівців з електронної інженерії, тобто забезпечують найвищу якість освітніх послуг. Об'єктивність результатів була забезпечена за рахунок використання даних світових рейтингів закладів вищої освіти в галузі «Електрична та електронна інженерія»: THE (Times Higher Education World University Ranking); QS (QS World University Ranking); та ARWU (Academic Ranking of World Universities), а також американської системи ранжування «Новини США».

Виявлено, що більшість освітніх програм з підготовки фахівців з електроніки в США пропонуються закладами, що належать до докторських університетів з високим рівнем наукової активності. З'ясовано, що їхня переважна більшість є державними закладами, які фінансуються відповідними штатами.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що ефективність підготовки фахівців з електроніки в американських закладах вищої освіти досягається шляхом поєднання двох підходів, якими є практична зорієнтованість та інтегративний підхід.

Практична зорієнтованість реалізовується на перших двох рівнях вищої освіти за допомогою різних механізмів. З'ясовано, що особливістю американської системи вищої освіти в галузі електроніки, є наявність двох типів ступеня «магістр»: «магістр технічних наук» та «професійний магістр». Для освітніх програм, які готують здобувачів ступеня професійного магістра, характерною є виключно практична та професійна спрямованість, що знаходить своє вираження у підсумковому дипломному проєкті, яким є кепстоун. Встановлено, що важливою частиною освіти фахівців з електроніки є комбіноване навчання, яке реалізується за допомогою програм комбінованого навчання або шляхом введення його елементів до традиційної підготовки, що дозволяє поєднати практичну професійну підготовку студентів у реальних умовах виробництва з контактним навчанням. Особливістю

практичної складової є те, що студенти проходять практичну підготовку протягом усього терміну підготовки в умовах навчального закладу, в умовах промисловості, компаніях, урядових структурах.

Проведений аналіз показав, що інтегративний підхід реалізується за двома моделями: горизонтальною моделлю інтеграції, що досягається паралельним навчанням на одному освітньому рівні за професійною програмою, що поєднує дві спеціальності; та вертикальною моделлю інтеграції, яка охоплює два освітні рівні і знаходить своє вираження за допомогою котермінальних освітніх програм. Інтегративний підхід також реалізується у вигляді освітніх програм комбінованого навчання, які поєднують контактну освіту з інтенсивною виробничою практикою.

У ході дослідження з'ясовано, що формування змісту підготовки фахівців з електроніки у системі вищої освіти США ґрунтується на принципах зв'язку теорії і практики, науковості змісту, цілісності, системності, послідовності і наступності, елективності, гнучкості, індивідуалізації, професійної спрямованості, вільного вибору студента, циклічності й кар'єрної орієнтації. З'ясовано, що вільний вибір студента забезпечується формуванням студентами їхніх індивідуальних планів навчання шляхом вибору дисциплін із обов'язкових та елективних блоків та укладанням їхньої послідовності з дотриманням вимог, встановлених в освітній програмі. Принцип послідовності реалізується при переході від одного рівня освіти до іншого у випадку котермінальної програми, наприклад першого бакалаврського до другого магістерського, та наступності, що реалізується при вивченні цілої низки курсів різного рівня складності у межах одного рівня вищої освіти.

У ході дослідження було з'ясовано, що особливістю американських освітніх програм із електроніки на першому рівні вищої освіти є наявність у їхньому складі інших програм: загальноосвітньої, «Інтернет речей», «ТЕСНРАТН», «Програма технічного спілкування».

Очікуваними результатами успішного завершення підготовки фахівців з електроніки є сформовані професійні та універсальні компетенції («м'які навички»). На основі узагальнення виділено основні групи компетенцій фахівців з електроніки відповідно до освітніх програм: комунікативні вміння; командна робота; критичне

мислення; вирішення проблем і прийняття рішень; інформаційна грамотність; технологічна грамотність; креативне мислення; культурна компетенція; міжкультурна компетенція та глобальна обізнаність; громадянська активність як особистості та професіонала; особистий та професійний розвиток і навчання протягом життя.

На основі змістового аналізу встановлено, що бакалаврські освітні програми складаються із дисциплін, які відносяться до двох груп: загальноосвітні дисципліни; і дисципліни практико-професійної підготовки. З'ясовано, що загальноосвітній компонент є обов'язковою частиною всіх бакалаврських освітніх програм, і є засобом, який дозволяє збалансувати технічну підготовку фахівців з електроніки з ширшим розумінням суспільства, забезпечити формування вмінь інженера як прогресивного члена суспільства, як цілісної особистості, яка характеризується гнучкістю та своєрідною універсальністю для виконання різноманітних професійних обов'язків у сучасному інженерному середовищі.

Встановлено, що на бакалаврському рівні практико-професійна підготовка фахівців з електроніки в американських закладах вищої освіти охоплює такі складові: написання текстів із спеціальності, проектування, апаратне і програмне забезпечення, інформаційні системи / наука про інформаційні системи.

Результати змістового аналізу на магістерському рівні вищої освіти дозволяють зробити висновок, що вони забезпечують поглиблену підготовку за спеціальністю та багатoproфільність сучасного інженера, що досягається за допомогою розподілу дисциплін на два блоки: 1) обов'язкові дисципліни спеціалізації; та 2) елективні курси.

Проведений аналіз показав, що для американської системи підготовки фахівців з електроніки характерна широкопрофільність, що виявляється у практичній відсутності бакалаврських та магістерських освітніх програм, які спеціалізуються суто на електроніці, і наявності програм, які спеціалізуються на: ширших галузях знань, інтегративною частиною яких є електроніка; поєднанні електроніки з іншими галузями знань.

Запропонована класифікація освітніх програм підготовки здобувачів з електроніки для отримання ступеня «магістр» за такими критеріями: тривалістю, особливістю змістового наповнення, типом кваліфікаційної роботи й освітньо-кваліфікаційним рівнем.

З'ясовано, що забезпечення якості професійної підготовки фахівців з електроніки в американській системі вищої освіти досягається шляхом поєднання форм здобуття вищої освіти, що реалізується наявністю стандартної програми підготовки в середовищі навчального закладу, онлайн-програми з можливістю дистанційного навчання та гібридної програми.

Встановлено, що ефективність підготовки фахівців з електроніки на двох перших рівнях вищої освіти досягається також за допомогою оптимального співвідношення між трьома основними видами підготовки професійних спеціалістів: контактна лекційна форма навчання, яка надає фундаментальну теоретичну підготовку, лабораторні заняття, які сприяють формуванню практичних навичок роботи, зокрема експериментування і тестування, та виконання підсумкових проєктів, що забезпечує досвід проєктування та/або науково-дослідницької діяльності.

Активні та інтерактивні методи навчання включають дослідницько-конструкторські проєкти. Зокрема, проєкт «кепстоун», заняття в лабораторіях, робота в командах, виконання індивідуальних проєктів, програми, які поєднують навчання та практичний досвід у різних секторах промисловості та окремо довготривала практика в компаніях-партнерах.

Основними напрямками реалізації науково-дослідної роботи студентів є виконання дипломної роботи, участь у науково-дослідних програмах, курси із складовою наукового дослідження, участь у науково-дослідних програмах, грантах або контрактах. Науково-дослідна робота здійснюється через мережу наукових центрів, лабораторій, бібліотек, студентських наукових і професійних товариств. У ході дослідження встановлено, що ефективним засобом залучення студентів до науково-дослідної роботи є також діяльність наукових товариств на базі одного закладу та таких, що об'єднує науковців та студентів різних закладів. З'ясовано, що

характерною особливістю організації науково-дослідної роботи в американських закладах вищої освіти є тісна співпраця професорсько-викладацького складу і студентів.

За результати аналізу комерціалізації науково-технічних розробок встановлено, що вона відбувається за лінійною моделлю, складовими частинами якої є університети як осередки інновацій, федеральний уряд як один із спонсорів, трансфер знань і технологій та корпоративним сектором як споживачем інновацій у вигляді кінцевого продукту. Процес комерціалізації технологій складається із таких етапів: проведення дослідження – винахід – заявка про винахід – оцінка його патентоздатності і комерційного потенціалу - захист інтелектуальних прав на власність – маркетинг для вирішення способу просування продукту на ринок – ліцензування – комерціалізація – отримання прибутку.

З'ясовано, що ефективність комерціалізації науково-технічних розробок забезпечується наявністю відповідної структури або структур в дослідницьких університетах, діяльність якої проводиться у трьох напрямках: створення прибутку у результаті патентування і ліцензування, надання послуг професорсько-викладацькому складу й створення стартапів. З'ясовано, що для американських дослідницьких університетів характерним є поєднання діяльності в трьох напрямках із наданням пріоритету моделі створення малого бізнесу.

Результати дослідження, відображені в розділі, викладено в публікаціях автора: [49; 51; 52; 56; 58; 135; 199].

РОЗДІЛ 3

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ЗАСТОСУВАННЯ ДОСВІДУ США ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ЕЛЕКТРОНІКИ В УКРАЇНІ

У розділі схарактеризовано професійну підготовку фахівців з електроніки у закладах вищої освіти України; виокремлено сучасні тенденції підготовки фахівців з електроніки в США й в Україні, та здійснено порівняльний аналіз програм підготовки бакалаврів та магістрів з електроніки в Україні та США; визначено напрями використання досвіду професійної підготовки фахівців з електроніки в США та в Україні.

3.1. Професійна підготовка фахівців з електроніки в Україні

У XXI столітті основним капіталом кожної високорозвиненої країни є її інтелектуальний ресурс. Тому природно, що інтелект-капітал вважається основною передумовою і чинником успішного стабільного економічного розвитку будь-якої держави. Як слушно зауважують М.А. Мартиненко, В. П. Мартиненко і А. М. Ткачук, сьогодні показником освіти нації у світовому масштабі є конкурентоспроможність її наукової продукції на світовому ринку, тому вискоінтелектуальні країни обирають основним напрямом свого розвитку побудову суспільства знань, економіка його заснована на високих технологіях [34, с. 218]. Оскільки найбільш затребуваним товаром на сучасному світовому ринку є саме новітні технології – бездротові, нанотехнології, інтернет-технології, оптичні, мережні – особливої ваги набуває така складова галузь інженерної освіти, як електроніка. Як уже було зазначено у нашому дослідженні, беззаперечним лідером серед країн, які забезпечують сучасну високу якість підготовки фахівців з електроніки є США, де зосереджено більше половини найпрестижніших закладів вищої освіти у цій галузі. Проте цікавим є той факт, що частина решти топових «електронних» освітніх установ знаходиться в невеликих за кількістю населення європейських країнах, таких як Об'єднане Королівство Великої Британії й Північної Ірландії, Швейцарія, Франція, Швеція, Нідерланди, Італія, Німеччина і Данія.

Можна зробити висновок, що можливості виходу на світовий ринок новітніх технологій та інтелектуального ресурсу відкритий і для України при умові побудови якісної системи підготовки фахівців з електроніки – інженерів з фундаментальною науково-дослідною і технічною базою.

Діяльність сучасного фахівця з електроніки визначається не тільки його вузькопрофесійними посадовими обов'язками. Для успішного вирішення завдань, які ставить суспільство перед сучасним інженером-електроніком, необхідні широкий технічний міждисциплінарний світогляд і сформовані універсальні навички, вміння реагувати на виклики часу і приймати ефективні рішення, при цьому оцінюючи їхні наслідки у суспільстві локальному та глобальному контексті, здатність генерувати нові знання.

В Україні державна політика у сфері вищої освіти, яка визначає основні засади професійної підготовки фахівців, визначається Законом «Про вищу освіту». Цей документ обумовлює конкретні шляхи її реалізації, до яких, зокрема, відносяться розвиток системи вищої освіти та підвищення її якості, включаючи наукову, науково-технічну та інноваційну складові. Одним із напрямів проєкту Концепції розвитку освіти України на період 2015-2025 років є розроблення та запровадження нових стандартів вищої освіти з перспективою поступової відмови від них [Концепція].

Закон України «Про вищу освіту», зокрема стаття 10 визначає стандарт вищої освіти як «сукупність вимог до освітніх програм вищої освіти, які є спільними для всіх освітніх програм у межах певного рівня вищої освіти та спеціальності» [63]. Відповідно до Закону стандарти розробляються для кожного рівня вищої освіти в межах відповідної спеціальності.

За даними МОН України, на сьогодні у галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» із спеціальності 171 «Електроніка» затвердженим є Стандарт для першого (бакалаврського) та другого рівня вищої освіти (магістерського) [75; 76]. Стандарт освіти для третього (докторського) рівня вищої освіти у галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» із спеціальності 171 «Електроніка» відсутній.

Відповідно до Стандарту вищої освіти України для першого (бакалаврського) рівня у галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» із спеціальності 171 «Електроніка» об'єктами професійної діяльності фахівця з електроніки є:

- апаратні та програмні засоби електроніки;
- мікропроцесорні та мікроконтролерні пристрої, пристрої та системи силової електроніки та перетворювальної техніки;
- первинні та вторинні системні перетворення інформації;
- аналогові та цифрові компоненти;
- процеси та системи збору, зберігання, захисту, обробки, передавання інформації та інтегрування цих систем для автоматизації інженерних завдань на основі сучасної комп'ютерної техніки й програмних засобів [75].

Результатами професійної підготовки фахівців з електроніки за освітніми програмами є формування компетентностей: інтегральної, групи загальних компетентностей, групи спеціальних (фахових, предметних) компетентностей.

У «Методичних рекомендаціях щодо розроблення стандартів вищої освіти», затверджених наказом Міністерства освіти і науки України від «01» червня 2017 № 600 та схвалених сектором вищої освіти Науково-методичної ради Міністерства освіти і науки України компетентність визначається як «динамічна комбінація знань, вмінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, яка визначає здатність особи успішно соціалізуватися, провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність» [38, с. 4]. При цьому інтегральна компетентність виступає найбільш загальною категорією у відношенні до груп загальних та спеціальних компетентностей, що описує кваліфікаційний рівень у термінах основних компетентнісних характеристик випускника щодо навчання та професійної діяльності. Група загальних компетентностей об'єднує так звані універсальні компетентності, що є спільними для здобувачів незалежно від їхньої спеціальності й визначають здатності, необхідні для їхньої успішної професійної та соціальної діяльності. Група спеціальних (фахових, предметних) компетентностей охоплює компетентності, які зумовлені відповідною предметною галуззю і відповідають за успішну професійну діяльність здобувачів за обраною спеціальністю.

У Стандарті вищої освіти України для першого (бакалаврського) рівня у галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» (спеціальність 171 «Електроніка») (далі – Стандарт) згадані компетентності випускника описані як одна інтегральна компетентність, 14 загальних компетентностей та 11 спеціальних компетентностей.

Інтегральна компетентність є загальним описом вказаного кваліфікаційного рівня і визначається як здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі електроніки, або у процесі навчання. Що передбачає застосування теорій та методів електроніки [75, с. 7].

Група загальних компетентностей сформульована Стандартом наступним чином:

- 1) здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- 2) знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- 3) здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;
- 4) здатність спілкуватися іноземною мовою;
- 5) навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- 6) здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- 7) здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- 8) навички міжособистісної взаємодії;
- 9) здатність працювати в команді;
- 10) навички здійснення безпечної діяльності;
- 11) здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;
- 12) визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків;
- 13) здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні;
- 14) здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

На основі аналізу групи зазначених загальних компетентностей можна зробити висновок, що вони стосуються таких основних категорій:

- знання – здатність оволодівати й застосовувати нові знання в різних практичних ситуаціях, включаючи ті, які пов'язані з професійною діяльністю;

- спілкування – здатність спілкування визначається у двох вимірах: вміння, пов'язані із володінням основ писемної та усної комунікації державною та іноземною / іноземними мовами; та вміння міжособистісного спілкування та співпраці;

- інформаційні й комунікаційні технології – вміння використовувати сучасні ІКТ;
- інформація – здатність до пошуку, обробки й аналізу інформації;
- випускник як особистість, що володіє рисами, необхідними для здійснення успішної діяльності, включаючи професійну, наприклад наполегливість і визначеність: та

- випускник як свідомий член суспільства із активною громадянською позицією.

Група спеціальних компетентностей охоплює вміння випускника, які необхідні для здійснення ним успішної професійної діяльності в галузі електронної інженерії і стосуються здатності оволодівати, використовувати знання, інформацію, інформаційні і комунікативні технології, методи і т. ін. для виконання цілої низки професійних операцій (наприклад, розробка, проєктування, конструювання й застосування приладів і т. ін.) та прийняття ефективних інженерних рішень для вирішення професійних проблем. Так, відповідні спеціальні компетентності сформульовані Стандартом наступним чином [75]:

- 1) здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проєктування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки;

- 2) здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проєктування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки;

- 3) здатність інтегрувати знання фундаментальних розділів фізики та хімії для розуміння процесів твердотільної, функціональної та енергетичної електроніки, електротехніки;

- 4) здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на ефективність та результати інженерної діяльності в галузі електроніки;

- 5) здатність застосовувати відповідні математичні, наукові й технічні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, навички

роботи з комп'ютерними мережами, базами даних та Інтернет-ресурсами для вирішення інженерних задач в галузі електроніки;

б) здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у приладах, пристроях та системах електроніки за допомогою аналітичних методів, засобів моделювання, дослідних зразків та результатів експериментальних досліджень;

7) здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструкцій пристроїв та систем електроніки;

8) здатність вирішувати інженерні задачі в галузі електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації електронних приладів, пристроїв та систем;

9) здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв для проектування мікропроцесорних та електронних систем;

10) здатність застосовувати на практиці галузеві стандарти та стандарти якості функціонування пристроїв та систем електроніки;

11) здатність контролювати і діагностувати стан обладнання, застосовувати сучасні електронні компоненти та технічні засоби, виконувати профілактику, ремонт та технічне обслуговування електронних пристроїв та систем, монтувати, налагоджувати та ремонтувати аналогові, цифрові та оптичні модулі, розробляти та виготовляти друковані плати, розробляти програмне забезпечення для мікроконтролерів.

Освітню діяльність заклади вищої освіти України здійснюють у відповідності до Законів України «Про освіту», «Про вищу освіту», державних та галузевих стандартів й інших чинних нормативних документів.

Розглянемо зміст професійної підготовки фахівців із спеціальності 171 «Електроніка» в галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» за ступенем вищої освіти «бакалавр» що здійснюється відповідно до вимог галузевого стандарту вищої освіти з підготовки бакалаврів.

За даними ЄДЕБО, професійну підготовку фахівців з електроніки здійснюють 22 заклади вищої освіти на першому рівні вищої освіти, та 20 установ пропонують

навчання на другому (магістерському) рівні. Зокрема, підготовку здобувачів ступеня «бакалавр» здійснюють такі освітні установи:

- Київський національний університет технологій та дизайну, Національний авіаційний університет, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» далі – КПІ), Вінницький національний технічний університет, Луцький національний технічний університет, Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», Запорізький національний університет, ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», Національний університет «Львівська політехніка», Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, вищий навчальний заклад «Одеська державна академія технічного регулювання та якості», Одеський національний політехнічний університет, Сумський державний університет, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харківський національний університет радіоелектроніки, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернігівський національний технологічний університет, Дніпровський державний технічний університет, Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Конотопський інститут Сумського державного університету [65].

Підготовка здобувачів ступеня «магістр» зі спеціальності «Електроніка» здійснюється в усіх названих вище закладах вищої освіти, крім двох останніх установ (Додаток Е).

Освітні програми для першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти зі спеціальності 171 «Електроніка» розробляються цими освітніми установами на основі таких нормативних документів: Закон України «Про вищу освіту» від 01.07.2014, Національна рамка кваліфікацій, Постанова Кабінету Міністрів України від 26.04.2015 №266 «Перелік галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти», стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти, а також різноманітних методичних матеріалів.

Досліджувані нами українські заклади вищої освіти пропонують такі освітніми програми зі спеціальності 171 «Електроніка» на першому (бакалаврському) рівні представлені в таблиці 3.1 [65]:

Таблиця 3.1

Заклади вищої освіти України, які здійснюють підготовку зі спеціальності 171 «Електроніка» (бакалавр)

Освітня програма		Заклад вищої освіти
1.	Акустичний моніторинг, біо- та психоакустика	КПІ ім. Ігоря Сікорського
2.	Акустичні електронні системи та технології обробки акустичної інформації	КПІ ім. Ігоря Сікорського
3.	Акустичні мультимедійні технології та системи	КПІ ім. Ігоря Сікорського
4.	Акустотехніка	«Харківський національний університет радіоелектроніки»
5.	Біоакустичні системи	КПІ ім. Ігоря Сікорського
6.	Біомедична електроніка	Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
7.	Біомедичні пристрої та системи	Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет»
8.	Біотехнічні та медичні апарати і системи	Луцький національний технічний університет
9.	Електроніка	Вінницький національний технічний університет, Луцький національний технічний університет, Запорізький національний університет, Національний університет «Львівська політехніка», Сумський державний університет, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Чернігівський національний технологічний університет, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Дніпровський державний технічний університет, Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, Конотопський інститут Сумського державного університету

Продовження таблиці 3.1

10.	Електроніка роботизованих систем та комплексів	Чернігівський національний технологічний університет
11.	Електроніка та комп'ютерна діагностика автомобілів	Вищий навчальний заклад «Одеська державна академія технічного регулювання та якості»
12.	Електронні інформаційні системи	Сумський державний університет, Конотопський інститут Сумського державного університету
13.	Електронні компоненти і системи	КПІ ім. Ігоря Сікорського; Сумський державний університет;
14.	Електронні прилади та пристрої	Національний авіаційний університет, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (КПІ ім. Ігоря Сікорського), Сумський державний університет, Конотопський інститут Сумського державного університету;
15.	Електронні пристрої та системи	Київський національний університет технологій та дизайну, Вінницький національний технічний університет, Харківський національний університет радіоелектроніки, Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», Конотопський інститут Сумського державного університету;
16.	Електронні системи мультимедіа та засоби Інтернету речей	КПІ ім. Ігоря Сікорського
17.	Електронні системи»	«Національний авіаційний університет, КПІ, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Сумський державний університет
18.	Електронні та інформаційні системи і технології телебачення, кінематографії та звукотехніки	КПІ ім. Ігоря Сікорського
19.	Електронні та інформаційні технології кінематографії та аудіовізуальних систем	КПІ ім. Ігоря Сікорського
20.	Електронні технології Інтернету речей	Національний авіаційний університет
21.	Електронно-обчислювальна техніка	Одеський національний політехнічний університет
22.	Комп'ютеризовані засоби моніторингу використання частотного ресурсу	Національний авіаційний університет;
23.	Комп'ютерні технології та наноматеріали в електроніці	Сумський державний університет, Конотопський інститут Сумського державного університету
24.	Комп'ютерні системи автоматизації	Чернігівський національний технологічний університет
25.	Комп'ютерні системи та компоненти	Сумський державний університет
26.	Мультимедійні інформаційні технології і системи»:	«Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Продовження таблиці 3.1

27.	Промислова електроніка	Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
28.	Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа):	«Харківський національний університет радіоелектроніки
29.	Технічне забезпечення безпеки	Луцький національний технічний університет
30.	Технічні засоби діагностування автомобільного транспорту	Луцький національний технічний університет

Джерело: укладено автором на основі [65]

Як бачимо, для освітніх програм підготовки фахівців з електроніки в Україні характерна велика різноманітність. Це пояснюється перш за все їхньою вузькою спеціалізацією, тобто в назві програми чітко окреслюються ті галузі електроніки, на яких робиться особливий акцент. На основі аналізу робимо висновок, що підготовка фахівців з електроніки на першому (бакалаврському) рівні у закладах вищої освіти України зосереджена на таких основних складових електроніки, як: електронні прилади, пристрої і системи; акустичні електронні системи та технології, інформаційні системи й технології (комп'ютерні й мультимедійні). Чільне місце серед освітніх програм посідають ті, що присвячені вивченню робототехніки, біомедичної й біотехнічної електроніки. Дві з досліджуваних програм надають знання та формують вміння студентів, необхідні для здійснення професійної діяльності у такій сфері, як Інтернет речей. Лише одна програма сфокусована на промисловій електроніці.

Варто зауважити, що переважна більшість закладів вищої освіти, які зазначені як такі, що здійснюють підготовку фахівців з електроніки на двох рівнях вищої освіти, мають акредитовані програми або здійснюють підготовку за акредитованою спеціальністю. Наразі ліцензія про акредитацію відсутня лише у двох освітніх закладах: ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» та Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського.

За результатами нашого аналізу єдиної державної електронної бази з питань освіти, у таблиці 3.2 представлено українські заклади вищої освіти, які пропонують освітні програми для магістрів зі спеціальності «Електроніка»:

Таблиця 3.2

Заклади вищої освіти України, які здійснюють підготовку зі спеціальності 171 «Електроніка» (магістр)

Освітня програма		Заклад вищої освіти
1.	Акустичний моніторинг, біо- та психоакустика, Біоакустичні системи	КПІ ім. Ігоря Сікорського
2.	Акустичні електронні системи та технології обробки акустичної інформації	КПІ ім. Ігоря Сікорського
3.	Акустичні мультимедійні технології та системи	КПІ ім. Ігоря Сікорського
4.	Біомедична електроніка	Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
5.	Електроніка	Вінницький національний технічний університет, Луцький національний технічний університет, Запорізький національний університет, вищий навчальний заклад «Одеська державна академія технічного регулювання та якості», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Чернігівський національний технологічний університет, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Дніпровський державний технічний університет, Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
6.	Електроніка транспортних систем	Вищий навчальний заклад «Одеська державна академія технічного регулювання та якості»
7.	Електронні біомедичні системи і технології	Вищий навчальний заклад «Одеська державна академія технічного регулювання та якості»,
8.	Електронні системи	Київський національний університет технологій та дизайну
9.	Електронні інформаційні системи	Сумський державний університет
10.	Електронні компоненти і системи	КПІ, Сумський державний університет
11.	Електронні прилади та пристрої	Національний авіаційний університет, КПІ, Вінницький національний технічний університет, Національний університет «Львівська політехніка», Одеський національний політехнічний університет, Сумський державний університет, Харківський національний університет радіоелектроніки, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
12.	Електронні пристрої та системи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
13.	Електронні системи мультимедіа та засоби Інтернету речей	КПІ ім. Ігоря Сікорського

Продовження таблиці 3.2

14.	Електронні системи»	Національний авіаційний університет, КПІ, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Сумський державний університет, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
15.	Електронні та інформаційні технології кінематографії та аудіовізуальних систем	КПІ ім. Ігоря Сікорського
16.	Електронно-обчислювальна техніка	Одеський національний політехнічний університет;
17.	Комп'ютерні технології та наноматеріали в електроніці	Сумський державний університет
18.	Комп'ютерні системи та компоненти	Сумський державний університет
19.	Медичні прилади, системи та метрологічне забезпечення	вищий навчальний заклад «Одеська державна академія технічного регулювання та якості»;
20.	Мультимедійні інформаційні технології і системи	Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
21.	Пристрої Інтернету речей	Чернігівський національний технологічний університет
22.	Промислова електроніка	Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
23.	Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа	Харківський національний університет радіоелектроніки
24.	Телекомунікаційні системи та мережі	Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Джерело: укладено автором на основі [65]

Результати порівняльного аналізу освітніх програм, які пропонують українські заклади вищої освіти у сфері електроніки на двох перших рівнях вищої освіти, свідчать, що у переважній більшості випадків студенти мають можливість продовжувати навчання у магістратурі за обраною ще під час бакалаврату вузькою спеціалізацією. Незважаючи на те, що освітній фокус освітніх програм на двох рівнях залишається практично незмінним (що зумовлено однаковою спеціалізацією), підготовка на магістерському рівні передбачає отримання глибших знань й формування ширшого кола фахових компетентностей, що відображається в програмних компетентностях. Зокрема, однією з основних відмінностей магістерського рівня підготовки є фокус на формування вміння проводити дослідження, здійснювати інновації, креативно застосовувати теорії та методи електроніки на практиці. Вищий рівень підготовки, який знаходить своє вираження

в очікуваних результатах навчання, відображається також на придатності для працевлаштування.

Бакалаври з електроніки вважаються технічними працівниками, які можуть працювати техніками, диспетчерами, лаборантами, контролерами, операторами і т. ін. На відміну від них, магістри визначаються як професіонали в галузі електроніки й можуть займати посади інженерів, наукових співробітників, консультантів. Наприклад, у профілі освітньої програми зі спеціальності 171 «Електроніка» «Електронні прилади та пристрої», яку пропонує КПІ на першому рівні вищої освіти, вказується, що випускники можуть працевлаштуватися як техніки електрозв'язку, з радіолокації, з сигналізації, техніки-технологи з електроніки, диспетчери зі збору навігаційної інформації, лаборанти, техніки з підготовки технічної документації з електроніки, фахівці з технічної експертизи і т. ін. [75]. Вищий рівень кваліфікації магістра за освітньою програмою за цією самою назвою передбачає можливість займання посад вищого рівня, зокрема: інженера в галузі електроніки та телекомунікацій, інженера із звукозапису, інженера-електроніка, інженера-конструктора, наукового співробітника, інженера-дослідника, інженера із стандартизації та якості і т. ін. [75].

Освітня програма – це документ, що встановлює вимоги до рівня освіти вступників, які виявили бажання навчатися за цією програмою, перелік навчальних дисциплін та їхню послідовність протягом усього терміну навчання, кількість кредитів ЄКТС, необхідних для її успішного виконання, очікувані результати навчання, що формулюються у формі компетентностей, якими повинен володіти здобувач відповідного освітнього рівня у відповідній галузі.

Згідно галузевого Стандарту, загальний обсяг освітньої програми, необхідний для здобуття першого (бакалаврського) рівня ступеня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю 171 «Електроніка» становить 240 кредитів ЄКТС. Відповідно до результатів нашого дослідження, обсяг освітніх програми для здобуття ступеня «магістр» становить 90 кредитів. Тривалість підготовки на бакалаврському рівні здебільшого коливається від 3 років 10 місяців до 4 років; на магістерському рівні термін навчання становить від 1 року 4 місяців до 1 року 6 місяців [75].

Таблиця 3.3

**Обсяг освітньої програми бакалавр
зі спеціальності «Електроніка» в ЗВО України (2020 р.)**

Зміст підготовки	Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»		Національний університет України	
	Кількість кредитів ЄКТС		Кількість кредитів ЄКТС	
Обов'язкова частина	161	67.1%	180	75%
Загальна підготовка	102	63.4%	56	31,1%
Професійна підготовка	59	36.6%	124	68,9%
Вибіркова частина	79	32.9%	60	25%
Загальна підготовка	27	34.2%	20	33,3%
Професійна підготовка	46	58.2%	29,5	49,2%
Атестація – захист дипломної роботи	6	7.6%	10,5	17,5%
Загалом	240 кредитів		240 кредитів	

Джерело: укладено автором на основі навчальних планів ЗВО

З таблиці 3.3 видно, що розподіл загального обсягу циклів дисциплін загальної та професійної підготовки відрізняється в двох проаналізованих нами програмах. Зокрема, значні відмінності спостерігаємо в обов'язковій частині, що стосується курсів, спрямованих на загальну підготовку: у КПІ ім. Ігоря Сікорського їм відводиться 63.4% з усіх обов'язкових дисциплін, а в НАУ – 31.1%.

Як показують результати нашого дослідження, змістове наповнення освітніх програм складається із загальних та професійно-практичних дисциплін, які забезпечують теоретичний аспект підготовки, практики та виконання дипломного проекту. Проходження практики є однією з вимог Стандарту вищої освіти з електроніки, обсяг якої має складати не менше 4 кредитів ЄКТС. Наприклад, у КПІ освітньою програмою «Електронні прилади та пристрої» передбачено 7.5 кредитів переддипломної практики. У НАУ відповідно до освітньої програми «Електронні технології інтернету речей» здобувачі ступеня «бакалавр» проходять 4 види практики загальним обсягом 13,5 кредитів: обчислювальна (3 кредити), комп'ютерна (3 кредити), проектно-технологічна (4,5 кредитів), переддипломна (3,0

кредити). Завершальним етапом підготовки фахівців з електроніки є виконання дипломного проєкту, захист якого є формою атестації здобувачів.

Проведене дослідження дозволило з'ясувати, що зміст освітніх програм на другому (магістерському) рівні формують так само, як і на попередньому рівні, дисципліни двох циклів: загальної та професійної підготовки. Обидва блоки дисциплін розподіляються також на обов'язкові та елективні, які відносяться до вибіркового компоненту. На відміну від бакалаврського півня, загальний обсяг курсів загальної підготовки становить біля 15%, що свідчить про значний акцент на професійному компоненті навчання.

Аналіз змістового наповнення магістерських освітніх програм дозволяє зробити висновок, що провідною залишається тенденція його розподілу на дисципліни, які забезпечують теоретичну підготовку майбутніх магістрів з електроніки, і практичний компонент, який досягається за рахунок проходження здобувачами переддипломної практики. Дослідницька та інноваційна зорієнтованість підготовки магістрів втілюється шляхом виконання магістерської дисертації.

Вимогами до вступників на освітній рівень «бакалавр» з електроніки є повна загальна середня освіта; наявність ступеня бакалавра є вимогою для вступу на магістерську програму підготовки.

Відповідно до проаналізованих нами освітніх програм, бакалавр з електроніки є фахівцем, який здатний вирішувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми, володіє достатнім рівнем знань та компетентностей для продовження навчання за магістерською програмою або здійснювати проєктно-конструкторську професійну діяльність. Результати дослідження магістерських освітніх програм з електроніки дозволяють визначити магістра з електроніки як професіонала-фахівця, який здатний вирішувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, володіє достатнім рівнем теоретичних знань та компетентностей для успішного виконання професійних функцій та обов'язків інженера у сфері електроніки, здійснення наукових досліджень та проведення ефективної інноваційної діяльності.

Належна якість підготовки фахівців з електроніки на двох рівнях вищої освіти забезпечується різноманітними формами навчання, які підпорядковуються принципу студентоцентрованості. Зокрема, основними видами навчання є лекції,

практичні заняття з фокусом на розв’язанні проблем, виконання конструкторських проєктів, лабораторні роботи, комп’ютерні практикуми. Вагоме місце серед форм підготовки займає виробнича практика. Чільне місце надається також самонавчанню, що є основою розвитку навчальної автономії студента.

Випускна атестація здобувачів ступеня «бакалавр» та «магістр» з електроніки за освітніми програмами, що є предметом нашого розгляду, проводиться у формі відкритого публічного захисту кваліфікаційної роботи (бакалаврської роботи та магістерської дисертації відповідно), завершальним етапом якого стає видача документа встановленого зразка про присудження відповідного освітнього рівня. На другому (магістерському) рівні вищої освіти спостерігається також загальна тенденція проводити атестацію випускників у формі кваліфікаційного екзамену й захисту магістерського дослідження. У багатьох досліджуваних нами закладах освіти випускні дипломні проєкти перевіряються на дотримання правил академічної доброчесності.

На основі Стандарту для ступеня «бакалавр» з «Електроніки» нами було досліджено сприйняття студентами очікуваних результатів навчання і як це може вплинути на вдосконалення курсів з електроніки [75].

В рамках дисципліни «Іноземна мова професійного спрямування» нами було проведено розроблено анкет для студентів-бакалаврів КПІ ім. Сікорського (Додаток Ж). Результати опитування представлено на *рис. 3.1* (блакитний – повністю згоден/на; синій – повністю не згоден/на):

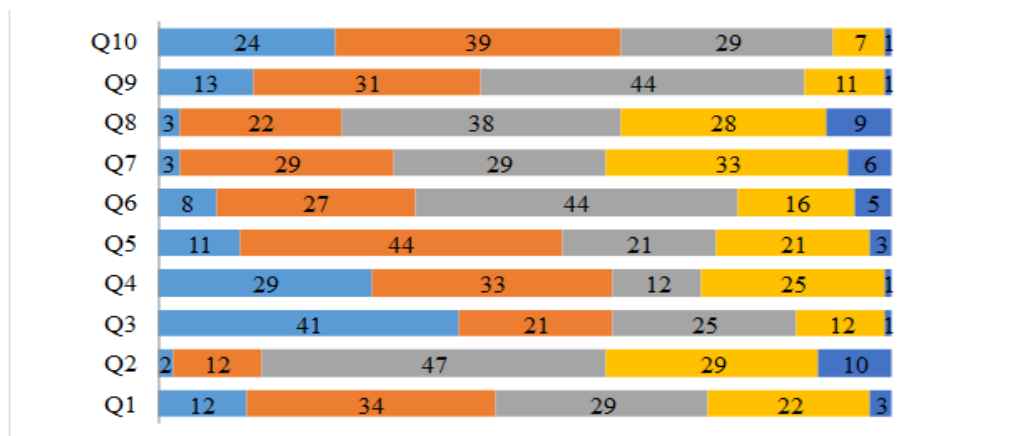


Рис. 3.1 Результати опитування: «Сприйняття студентами 4 курсу результатів навчання відповідно до стандарту з «Електроніки» », %.

Всього в опитуванні взяли 67 студентів 4 курсу спеціальності «Електроніка». Коротко представимо результати. На запитання стосовно обізнаності які саме знання (Q1), викладачі очікують від студентів на кінець курсу, майже половина учасників відповіла на запитання негативно. Запитання щодо отримання навичок (Q2), отримало мало позитивних реакцій. Бесіда також показала, що 62% (Q3-Q4) учасників знають, де можна ознайомитися з результатами навчання курсів та на які документи звернутися. Однак лише 55% опитаних знали, як оцінюватимуться їхні знання та вміння протягом курсу (Q5). Більше того, 21% студентів не бачать відповідності між змістом предмета, який вони вивчають, та вміннями, які вони набувають (Q6), і більше третини учасників не можуть відстежувати свій прогрес (Q7) через нечіткі критерії оцінювання, неоднозначність у поясненнях та доповідях викладачів. Цікаво, що лише 25% учасників погоджуються з тим, що бали, розподілені за кожне завдання курсу, є збалансованими та обґрунтованими (Q8), тобто учасники відзначають, що практичний компонент повинен приносити більше балів, щоб усунути випадки недоброчесної поведінки. Крім того, 44% підтримують ідею приділити набагато більше уваги до очікуваних результатів навчання на початку курсу (Q9), і майже 63% погодились, що розуміння взаємозв'язку між змістом курсу, завданнями та очікуваними результатами зробить їх навчання набагато кориснішим (Q10).

Загалом, опитувальник продемонстрував, що такі аспекти, як організація змісту курсу, критерії оцінки, що базуються на результатах, можуть бути покращені викладачами в короткостроковій перспективі.

Отже, аналіз професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні показав, що для освітніх програм підготовки фахівців з електроніки в Україні характерна велика різноманітність. Різноманітність програм пояснюється їхньою вузькою спеціалізацією, що зосереджена на таких основних складових електроніки як електронні прилади, пристрої і системи, акустичні електронні системи та технології, інформаційні системи й технології (комп'ютерні й мультимедійні). Також здійснюється підготовка з таких програм як робототехніка, біомедична й біотехнічна електроніки. Дві з досліджуваних програм пропонують вивчення інтернету речей, одна – промислову електроніку.

3.2. Порівняльний аналіз професійної підготовки фахівців з електроніки у США і Україні

Інженерія як поняття є надзвичайно різноплановим й охоплює різні сфери та рівні життєдіяльності людства. Воно має прадавню історію, яка пов'язана з виникненням й еволюцією людини. Хоча сучасна інженерія асоціюється з новітніми технологіями, досягненнями науки й техніки, її витoki сягають часів зародження людства, коли наші предки вперше сконструювали й виготовили прості знаряддя праці, такі як сокира, спис, молоток тощо, а також винайшли колесо. Великою мірою, виготовлення знарядь праці так само, як і мова, послужило одним із найважливіших чинників становлення людини і розвитку її свідомості.

Тлумачення інженерії змінювалося протягом різних періодів розвитку людства. У сучасному світі інженерія, перш за все, пов'язується з технологією, яка здатна вирішити глобальні проблеми людства: бідність, зміну клімату, невиліковні хвороби і т. ін. Оскільки наше дослідження стосується підготовки фахівців з електроніки, яка є однією з галузей сучасної інженерії, вважаємо за доцільне розглянути походження поняття інженерія та окреслити його сучасне трактування.

Для сучасної інженерії характерна дуже широка сфера діяльності та багатоплановість, про що свідчать її різноманітні галузі, дисципліни, розділи і т. ін. Відповідно до однієї з класифікацій сучасна інженерія підрозділяється на більше, ніж 30 галузей, серед яких агроінженерія, хімічна інженерія, будівельна інженерія, комп'ютерне і системне проєктування, електротехніка та електронна інженерія, природоохоронна інженерія, генетична інженерія, машинобудування, ядерна інженерія, гірнична інженерія, медична та біомедична інженерія і т. ін. [23]. З розвитком науки й техніки, сучасних технологій з'являються нові інженерні галузі, а кожна галузь підрозділяється на окремі підгалузі. Наприклад, однією з нових галузей інженерії є мехатроніка, яка з'явилася у 1970-их роках, і є поєднанням точної механіки з електронікою, електротехнікою та комп'ютерною інженерією.

Роль інженерії у сучасному світі неможливо перебільшити. Загальновизнаним є той факт, що саме інженери стоять за стрімким технологічним розвитком, сучасними винаходами та інноваціями, які великою мірою визначають устрій сучасного суспільства і від яких залежить комфортне і здорове життя людства.

Більше того, саме на інженерію покладають надії у вирішенні тих глобальних проблем, які загрожують самому існуванню сучасної людини. Зокрема, завданнями сучасної інженерії є усунення загроз та ефективно протистояння викликам, пов'язаних з стійким розвитком, безпекою на світовому рівні, зменшенням бідності, погіршенням стану навколишнього середовища, природними катаклізмами і т. ін.

У цьому відношенні професії інженера належить виняткова роль у будь-якому розвиненому суспільстві.

За дослідженням В. Мізалскі (W. Miszalski) даними щодо випускників бакалаврських програм із технічних спеціальностей, однією із сталих світових тенденцій наприкінці минулого століття став значний ріст фахівців із інженерної галузі у багатьох країнах [187, с. 308]. Наприклад, У Китаї у 2007 році випускники інженерних спеціальностей, які навчалися за бакалаврськими програмами, склали 46 відсотків. Натомість, у США ця цифра є значно меншою: тільки 5 % випускників отримали ступінь бакалавра з інженерії. Ця тенденція залишилася сталою і в XXI столітті. За даними Національного центру статистики освіти США відсоток випускників бакалаврських спеціальностей з інженерних спеціальностей коливався між 4,7% та 5,6% у період з 2000 року по 2016 рік - *рис. 3.2* [106].

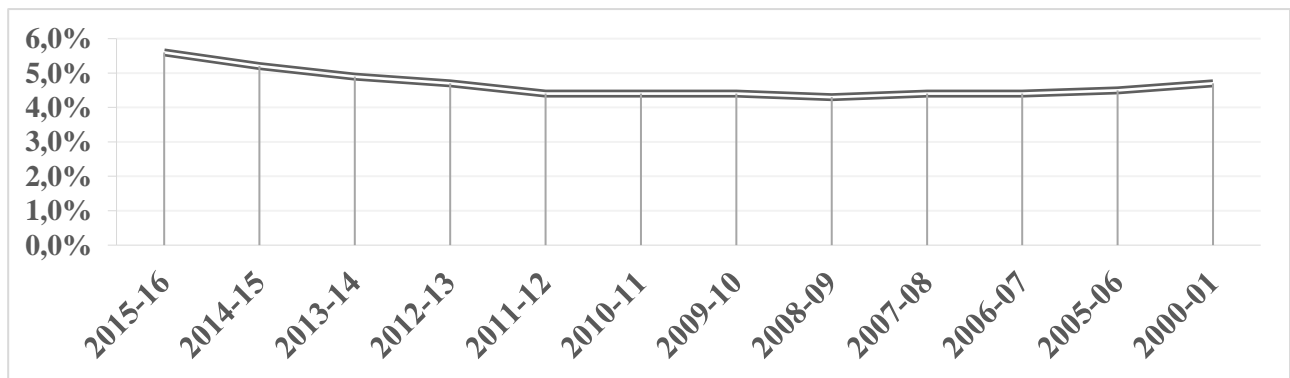


Рис 3.2 Національний центр статистики освіти США: відсоток випускників бакалаврських програм з інженерних спеціальностей за 2000-2016 роки

Джерело: укладено автором на основі [39]

Хоча інженерія є однією із п'яти найпопулярніших спеціальностей (відсоток випускників, які отримали ступінь бакалавра з цієї спеціальності є дуже малим. Як бачимо, у США у 2015-2016 навчальному році найпопулярнішими були спеціальності, що відносяться до таких галузей знань, як бізнес (19% випускників бакалаврату), медицина та споріднені з нею галузі (11,9%), соціальні науки й історія

(8,4%). Значним попитом користувалися також програми пов'язані з психологією (6,1%) спеціальностей (рис 3.3).

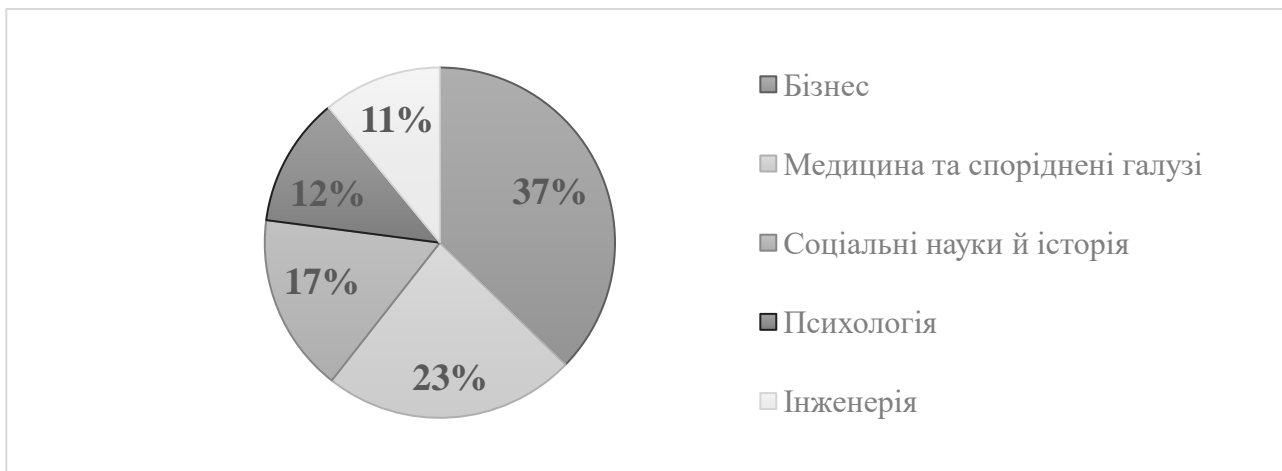


Рис. 3.3 Найпопулярніші спеціальності в США

Джерело: укладено автором на основі даних Національного центру статистики освіти США

Результати дослідження Американського товариства інженерів (American Society of Engineering) свідчать про значне зростання студентів, які навчалися за бакалаврськими та магістерськими освітніми програмами з інженерії з 2006 по 2016 роки [98]. У 2017 році кількість вступників бакалаврату, які обрали інженерію своєю спеціальністю, досягла піку за останні 10 років, зростаючи на 3 відсотки в порівнянні з попереднім роком та на 54 відсотки у порівнянні з 2008 роком. 2017 рік дав також найвищі показники щодо випускників, які отримали ступінь бакалавра із інженерних спеціальностей, за цей самий період: на 10 відсотків більше, ніж у 2016 році, та на 68 відсотків більше у порівнянні з 2016 роком. При цьому за останніми даними найпопулярнішими інженерними спеціальностями ступеню бакалавра виявилися машинобудування, комп'ютерні науки (в межах інженерії) та електротехніка [98]. Випускники цих трьох спеціальностей склали 47% та 41 % від загальної кількості студентів, що отримали ступінь бакалавра та магістра відповідно у 2017 році.

Щодо ситуації з інженерною освітою в Україні показовими є дані дослідження «Форсайт 2020-2030», відповідно до яких наразі ситуація є набагато гіршою, ніж у США та у світі в цілому: протягом останніх 10 років прийом студентів у заклади вищої освіти за напрямками STEM-освіти (Science, Technology, Engineering,

Mathematics) у середньому зменшився на 25%, а отже кількість випускників у цих галузях зменшиться вже в 2020 році [84]. Для порівняння, відмінною є частка випускників у сфері бізнесу, державного управління та права. У цей самий період вона коливалася від 33,0% до 37, 4%, в той час, як на світовому рівні це показник був нижчий за 20%. Необхідно відзначити, що для України було характерним збільшення підготовки фахівців за програмами інформаційно-комунікаційних технологій протягом цих років (з 0,5% у 2000 р. до 2,6% у 2015 р.) [84].

Таке скорочення набору студентів у заклади вищої освіти за напрямками STEM-освіти в Україні, на нашу думку, є доволі негативною тенденцією в глобальному контексті. Адже, навіть збільшення кількості студентів, які обирають інженерію своїм фахом за останні роки в США є недостатнім, щоб задовільнити попит суспільства на фахівців інженерної галузі, який створюється шаленим розвитком сучасної науки й техніки. Більше того, попит на інженерів завжди змінюється і залежить від того, яка саме галузь інженерії перебуває у стані розвитку в певний період часу. У цьому відношенні діють дві тенденції: може спостерігатися як нестача, так і надмірна кількість інженерів певних спеціалізацій. Наприклад, швидкий розвиток електроніки та комп'ютерної інженерії наприкінці 1980-их спричинив нестачу інженерів цього профілю. Натомість, скорочення у сферах нафтовидобування та ядерних технологій на початку 1980-их призвели до надмірної кількості фахівців із цих галузей [109].

Проте відсутність інженерів певної спеціалізації може компенсуватися фахівцями із споріднених спеціалізацій. Тому сучасний технологічний світ потребує інженерів нового покоління, які здатні працювати в будь-якій точці світу, створювати та ефективно виконувати глобальні інженерно-технічні проєкти та вирішувати глобальні проблеми, що відносяться до інженерії. Це все, у свою чергу, вимагає запровадження нової моделі інженерно-технічної освіти з глобальною перспективою [136].

Сталий розвиток інженерії та її роль у вирішенні сучасних проблем людства залежить від майбутніх поколінь інженерів, ефективного функціонування яких є похідним від якості інженерної освіти. Тобто майбутнє інженерії включає дві вічні складові: кількість та якість, а саме:

- Кількість студентів, які перебувають у процесі підготовки і будуть здатні забезпечити потребу суспільства в нових інженерах різних спеціалізацій;
- Якість інженерної совіти, яка визначається закладами вищої освіти, їхнім викладацьким складом, якістю освітніх програм та матеріальним забезпеченням [136].

Як показують результати порівняльного аналізу, підготовка фахівців з електроніки в США й Україні здійснюється на трьох основних рівнях: перший рівень – бакалаврат: в обох країнах навчання здійснюється, як правило, за чотирирічною освітньою програмою, після успішного завершення якої випускник отримує ступінь бакалавра; другий рівень – магістратура: стандартна нормативна підготовка триває від одного до двох років, по завершенні якої випускники отримують ступінь магістра. У США, на відміну від України випускники, крім ступеня магістра технічних наук, мають можливість отримати ступінь професійного магістра, якщо обирають програму підготовки з акцентом на професійно-практичній складовій; третій рівень – докторантура, загальна тривалість якої від двох і більше років.

Варто вказати декілька відмінностей підготовки фахівців з електроніки у системах вищої освіти США й України. Для обох країн чіткою характеристикою освітніх програм є кількість кредитів, необхідних для успішного завершення підготовки на відповідному рівні вищої освіти. Так, за результатами нашого дослідження, в США необхідною умовою для виконання бакалаврської освітньої програми є 12-130 кредитів, та магістерської від 24 до 31 кредитів. В Україні ці показники дорівнюють 240 і 90 кредитів відповідно. Щодо шкал оцінювання, протягом останніх п'яти років деякі українські заклади вищої освіти відмовилися від буквенного позначення оцінки за шкалою ЄКТС.

Інша характеристика, яка стосується терміну навчання, є сталою для України, де програми бакалаврату в галузі електроніки орієнтовані приблизно на 4 роки навчання, а магістратури – на 1 рік і 4 або 6 місяців. У США тривалість освітніх програм є орієнтовною, що пояснюється декількома факторами. По-перше, як зазначалося, ця характеристика в американських закладах вищої освіти, що готують фахівців з електроніки, залежить від типу програми. Наприклад, наявність котермінальних програм підготовки інженерів-електроніків на другому рівні вищої

освіти дозволяє отримати два ступені одночасно, що часто відображається на терміні навчання. По-друге, в американській системі вищої освіти відсутній єдиний обов'язковий для всіх здобувачів план навчання, що дозволяє студентам при плануванні своїх індивідуальних планів підготовки вибирати найоптимальніший режим навчання, але при цьому необхідно враховувати вимоги закладу освіти, які стосуються мінімальної і максимальної кількості курсів для кожного семестру, а також встановлений граничний термін часу, протягом якого необхідно завершити навчання.

Важливим чинником у забезпеченні якості професійної освіти є акредитація освітніх програм. В американському просторі вищої інженерної освіти авторитетним органом акредитації програм підготовки фахівців з електроніки є АБЕТ, метою діяльності якої є забезпечення успішної підготовки за програмами STEM-навчання в університеті [93]. До складу АБЕТ входить 36 професійних інженерних товариств, які репрезентують більш, ніж 1,5 млн. фахівців у світі, і які відповідають за розробку політики ради, стратегії і стандартів проведення акредитації. До сфери повноважень АБЕТ входить акредитація програм коледжів й університетів, за якими готують здобувачів освітніх рівнів «асоціат», «бакалавр» і «магістр» із прикладних і природничих наук, комп'ютерних систем, інженерії й технологій інженерії. Для цілей акредитації в структурі АБЕТ діє чотири комісії, одна з яких призначається для оцінювання якості освітньої програми відповідно до її спеціальності: Комісія з акредитації прикладних і природничих наук (Applied and Natural Science Accreditation Commission), Комісія з акредитації комп'ютерної освіти (Computing Accreditation Commission), Комісія з акредитації інженерної освіти (Engineering Accreditation Commission), Комісія з акредитації освіти з інженерних технологій (Engineering Technology Accreditation Commission).

В Україні акредитація освітніх програм підготовки здобувачів вищої освіти регламентується Законами «Про освіту», «Про вищу освіту», статуту Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти та «Положенням про акредитацію освітніх програм, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти». Відповідно до цих документів органом акредитації є Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти. «Положення про акредитацію освітніх програм, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» визначає акредитацію

освітньої програми як «оцінювання якості освітньої програми та освітньої діяльності закладу вищої освіти за цією програмою на предмет відповідності стандарту вищої освіти, спроможності виконання вимог стандарту, а також досягнення заявлених у програмі результатів навчання відповідно до критеріїв оцінювання якості освітньої програми [63]. Отже основним критерієм оцінки освітньої програми є її відповідність Стандарту вищої освіти.

Результати порівняльного аналізу критеріїв акредитації освітніх програм в США та України наведено в табл. 3.4. Таблиця була укладена автором на основі дослідження стандартів та критеріїв оцінювання освітніх програм з інженерії АВЕТ та основних компонентів Стандарту вищої освіти України для першого бакалаврського рівня з спеціальності 171 «Електроніка».

Таблиця 3.4

Спільне та відмінне в критеріях оцінювання освітніх програм підготовки фахівців з електроніки спеціальності 171 «Електроніка» в США та Україні)

Критерій акредитації	Наявність критерію в АВЕТ	Наявність критерію в Стандарті вищої освіти
Програмні цілі	+	+
Очікувані результати навчання	+	+
Засоби оцінювання навчальних досягнень студентів	+	+
Постійне удосконалення підготовки фахівців	+	-
Вимоги для вступників	+	+
Вимоги для здобувачів	+	+
Компоненти освітньої програми	+	+
Кадрове забезпечення	+	+
Матеріально-технічне забезпечення	+	+
Підтримка університету	+	-

Джерело: укладено автором на основі [75; 93]

Як бачимо, переважна більшість критеріїв, які беруться за основу для акредитації освітніх програм підготовки фахівців з електроніки в США й Україні співпадають. Основна відмінність полягає в двох показниках, що стосуються удосконалення підготовки фахівців та підтримки університету. Постійне удосконалення наводиться як один із основних критеріїв акредитації американських освітніх програм з інженерії. Він полягає в аналізі даних оцінювання навчальних

досягнень студентів з метою прийняття конкретних рішень щодо усунення недоліків програми підготовки фахівців. Інший критерій – підтримка університету – стосується двох компонентів: матеріально-технічних ресурсів та кадрового складу закладу вищої освіти в цілому: послуг, які надає університет, фінансової підтримки шляхом запровадження різноманітних програм, грантів, премій, а також адміністративних послуг і послуг технічного характеру з боку персоналу закладу, необхідних для забезпечення підготовки фахівців за освітньою програмою.

Результати порівняльного дослідження свідчать, що однією з характерних особливостей американської системи вищої освіти в галузі електроніки є наявність різних типів програм на двох рівнях вищої освіти. На відміну від України, у США наявні такі типи освітніх програм:

- котермінальної програми, який дозволяє одночасно навчатися на двох рівнях вищої освіти: бакалаврському й магістерському або магістерському й першому науковому рівні, який передбачає отримання ступеня «доктора філософії»;
- програми комбінованого навчання з режимом часткового навантаження, яка пропонує поєднання контактного навчання з інтенсивною виробничою практикою або стажуванням в реальному професійному середовищі;
- «програми в програмі» - особливість, яка реалізується на бакалаврському рівні вищої освіти шляхом включення до освітньої програми іншої програми як її складової частини: наприклад «Інтернет речей, «ТЕСНРАТН», загальноосвітня програма, «Програма технічного спілкування».

Іншою відмінною рисою української та американської систем вищої освіти у сфері електроніки, що стосується освітніх програм є більш загальна спеціалізація американських програм, на відміну від українських, які є вузькоспеціалізованими, що відображається у значно більшій їхній кількості. Особливо помітною ця відмінність є на магістерському рівні вищої освіти, оскільки жодна з проаналізованих нами американських магістерських програм не спеціалізується тільки на електроніці, а на ширших галузях, таких як електротехніка чи інженерія в цілому.

Щодо освітніх ступенів, важливою відмінністю є наявність в американській системі вищої освіти двох ступенів магістра: «магістр технічних наук» (M.S.) та «професійний магістр» (MEng), який є пріоритетним для тих, хто наміряється

займатися суто професійною діяльністю одразу після закінчення підготовки, або для тих, у кого є потреба у перекваліфікації.

Наявність різних типів освітніх програм та освітніх ступенів створює додаткові можливості для бажаючих отримати вищу освіту і розширює коло можливих здобувачів.

Однією з особливостей американської системи вищої освіти, яка кардинально відрізняється від української, є відсутність єдиного навчального плану, який визначає перелік і послідовність вивчення дисциплін. Незважаючи на те, що кожен заклад вищої освіти пропонує стандартний навчальний план підготовки за освітніми програмами, студенти повинні скласти свої власні індивідуальні плани навчання відповідно до вимог. Таким чином студенти вибирають найоптимальніший для них режим навчання. Можна стверджувати, що для американської системи вищої освіти є характерними яскраво виражені принципи індивідуалізації навчання, елективності та варіативності. Ці принципи реалізуються також не тільки стосовно дисциплін вільного вибору студента, а й у відношенні до обов'язкових курсів, оскільки студентам пропонується велика кількість дисциплін на вибір в обох блоках.

Як показали результати проведеного дослідження, однією із провідних тенденцій американської системи вищої освіти в галузі електронної інженерії є велике значення, яке надається компонентів загальної підготовки, що знаходить своє вираження як у вимогах до вступників, так й у вимогах до здобувачів ступеня «бакалавр» електроніки. Наявність особливого акценту на загальноосвітньому компоненті саме на першому рівні вищої освіти та його обумовленість при вступі на навчання дозволяє «розгрузити» магістерські освітні програми і приділити більше уваги дисциплінам професійно-практичного блоку та дослідницькій компоненті підготовки. Натомість в Україні загальноосвітня складова займає доволі значну частину загального обсягу дисциплін на другому рівні вищої освіти.

Результати проведеного порівняльного дослідження освітніх програм дозволили виділити відмінні риси, що стосуються форм і методів підготовки та організації науково-дослідницької діяльності фахівців з електроніки в США та Україні. Зокрема, для американських освітніх програм характерна наявність трьох форм здобуття вищої освіти: стандартної, яка передбачає підготовку в середовищі навчального закладу, онлайн-форми, яка є повністю дистанційною, та гібридна, що

поєднує стандартний формат підготовки з дистанційним. Хоча в Україні на сучасному етапі відбувається впровадження окремих елементів дистанційного навчання, говорити про наявність освітніх програм, які відображали б три форми здобуття вищої освіти, ще зарано. Звертає увагу яскраво виражена практична зорієнтованість підготовки фахівців з інженерії на двох рівнях вищої освіти в американських навчальних закладах. Практичний компонент знаходить своє вираження не тільки у формі лабораторних занять та практики, а й у процесі виконання студентами поточних й підсумкових дипломних проєктів, одним із яких є «кепстоун».

Відмінною особливістю американської системи вищої освіти в галузі електронної інженерії є ефективна організація науково-дослідної роботи студентів. У порівнянні з Україною, досліджувані нами американські заклади вищої освіти пропонують цілу низку механізмів для залучення студентів до наукової та інноваційної діяльності ще з першого рівня. Крім виконання кваліфікаційних наукових робіт, зокрема кепстоун-проєктів, та членства у студентських професійних та наукових товариствах, американські студенти мають можливість брати активну участь у постійно діючих літніх наукових програмах та науково-дослідних школах, різноманітних грантах, конкурсах. Відмінною рисою американської системи вищої освіти з точки зору організації науково-дослідної діяльності в галузі електроніки є тісна співпраця професорсько-викладацького складу і студентів у діяльності різноманітних потужних наукових центрів і лабораторій.

Аналіз освітніх програм та навчальних матеріалів показує, що відмінною характеристикою підготовки бакалаврів з електроніки в США є налагоджена активна взаємодія закладу вищої освіти, студентів та потенційних роботодавців як трьох зацікавлених сторін. При цьому можна виділити декілька напрямів такої співпраці: по-перше, потенційні роботодавці залучаються як партнери, на базах яких відбувається практика студентів. Іншими словами, одним із проявів взаємодії є поєднання контактного навчання з отриманням практичного досвіду, що забезпечується завдяки налагодженню партнерських зав'язків з провідними компаніями, які розглядаються як потенційні місця працевлаштування майбутніх фахівців.

Ще одним із ефективних напрямів тристоронньої взаємодії потенційних «роботодавець – заклад вищої освіти – студенти» є залучення роботодавців до освітнього процесу у якості консультантів. Цей вид співпраці реалізується шляхом створення консультативних рад із розробки освітніх програм, до складу яких входять представники провідних підприємств. Наприклад, у Блумсбургському університеті освітня програма розробляється із врахування думки лідерів галузі електроніки, які є потенційними роботодавцями студентів-випускників. Представники провідних підприємств програмної продукції Пенсильванії, зокрема «L3 Communications», «Geisinger Health System», «ISS Solutions» та інші, є членами консультативної ради з розробки освітньої програми.

В університеті Східного Мічигану функціонує Консультативна рада з питань технології електронної інженерії та промисловості, яка складається з представників сектору електронної інженерії. Рада зустрічається один раз на рік із студентами та професорсько-викладацьким складом для обговорення ефективності освітньої програми «Технології електронної інженерії» у процесі підготовки фахівців з електроніки. [137].

Таким чином, результати порівняльного аналізу підготовки фахівців з електроніки в США та Україні дозволяють стверджувати, що особливістю професійної підготовки фахівців у американських закладах освіти є те, що існує можливість навчання в магістратурі за обраною ще під час бакалаврату вузькою спеціалізацією; наявні різні типи програм на двох рівнях вищої освіти (котермінальна (прискорена) програма, програми комбінованого (дуального) навчання та «програми в програмі»).

3.3. Використання досвіду США щодо професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні

На думку українських вчених, падіння конкурентноспроможності України впродовж останніх п'яти років напряму пов'язане з сектором вищої освіти та науки. Аналіз публікацій за останні роки з цієї тематики дозволяє виділити декілька тенденцій.

По-перше, це відсутність співпраці вищої школи і науки з промисловістю, яка, Світовим економічним форумом в Давосі (2018) була оцінена як найнижча в Європі [83, с. 6].

По-друге, зниження витрат на вищу освіту, науку та, зокрема, дослідження інноваційних розробок – є негативною тенденцією, що спостерігається в країні з 2005 року, на сьогодні досягла рівня, на якому, за словами В. Р. Сіденка, «вже вкрай проблематично утримувати глобальну конкурентоспроможність української науки», оскільки цих коштів не вистачає навіть на забезпечення фонду заробітної плати науковцям, не говорячи про закупівлю необхідного новітнього обладнання, матеріалів, літератури, інформаційних ресурсів і т. ін. [72, с. 9].

По-третє, спостерігається тенденція щодо скорочення штатів наукових напрямів, які визначаються найбільш перспективними з огляду на розробку новітніх технологій майбутнього і, як результат, такими, що можуть забезпечити конкурентоспроможність України на світовому рівні – за результатами дослідницького проєкту Центру Разумкова «Структурні трансформації у світовій економіці: виклики для України» (2017 р.), протягом 2011-2016 років найчисельніші скорочення наукових працівників зазнали такі сектори, як біохімія, фізіологія і молекулярна біологія, загальна біологія, фізика й астрономія, фізико-технічні проблеми матеріалознавства, фізикотехнічні проблеми енергетики, інформатика, математика [72, с. 11].

По-четверте, існує розрив між наявною якістю підготовки людського капіталу і затребуваною – тенденція, яка була визначена за результатами дослідження українських вчених «Форсайт 2018» [83, с. 15-17]. Так, в умовах Четвертої промислової революції якість людського капіталу оцінюється за двома показниками: освіченість та вміння (компетенції).

За результатами Делфі-аналізу показників освіченості людського капіталу і вмінь людей, проведеного в межах дослідження «Форсайт 2018», було встановлено, що головні кластери економіки України мають дуже низький рівень забезпеченості відповідними кадрами, що свідчить про значний розрив між наявною на сьогодні якістю підготовки фахівців і затребуваною [83, с. 15].

Відсутність структурних змін у системі підготовки і перепідготовки фахівців – на відміну від технологічних світових лідерів, де протягом останніх 15

років відбулися значні структурні зміни в підготовці та випуску кваліфікованих кадрів у сфері природничих наук, математики, статистики та інформатики, в Україні частка фахівців з вищою освітою у цих галузях значно скоротилася (з 3,8% до 2,5%) [72, с. 11]. збільшення підготовки фахівців за програмами інформаційно-комунікаційних технологій протягом цих років є лише на перший погляд позитивним трендом, оскільки насправді свідчить про роль України як виконавця аутсорсингових замовлень. Іншими словами, в умовах нинішньої структури випуску фахівців з вищою освітою і на фоні відсутності розвитку пріоритетних напрямів у глобальному контексті Україна виконує роль постачальника фахівців з інформаційно-комунікаційних технологій на ринок висококваліфікованої праці, натомість стратегічні переваги в галузі інформатики й розвитку електронних комунікацій зберігаються за країнами, які є технологічними лідерами.

Таким чином стає зрозуміло, що без перегляду і внесення якісних змін до структури підготовки та перепідготовки фахівців з вищою освітою з орієнтацією на пріоритетні напрями, серед яких чільне місце посідає електронна інженерія, відновлення конкурентноспроможності України, її технологічних розвиток та відхід від ролі аутсорсингової країни є неможливими.

На думку В. Р. Сіденка, одним із важливих чинників технологічного розвитку країни є також рівень інноваційної активності підприємств [72, с. 12]. Оскільки його якісний показник напряму пов'язаний з обсягами патентування, можна стверджувати, що мова йде про рівень інноваційної активності не тільки підприємств, а насамперед закладів вищої освіти, які, як показує досвід США, згаданий у попередньому розділі роботи, займаються дослідницькою та інноваційною діяльністю у пріоритетних галузях майбутнього. На сьогодні лідерами серед патентної діяльності є США, Європейський Союз (насамперед Німеччина) та Японія. Україна має одну з найменших часток у процесах міжнародного патентування.

У контексті взаємозв'язку вищої освіти й науки з рівнем економічного та технологічного розвитку країни цікавими є результати дослідження «Форсайт та побудова стратегії соціально-економічного розвитку України на середньостроковому (до 2020 року) і довгостроковому (до 2030 року) часових горизонтах», за якими були визначені 8 сценаріїв розвитку України: чотири до 2020

року і чотири до 2030 року [84]. З них тільки два є бажаними: 1 – «Оптимістичний» і 5 – «Збалансований розвиток». Сьогоднішній етап соціально-економічного розвитку країни оцінюється як сценарій 2 «Консервування кризи». При цьому однією з негативних тенденцій є відтік талановитої молоді та науковців за кордон. Суттєва роль у тому, чи зможе Україна розвиватися за одним із двох позитивних сценаріїв, як і те наскільки конкурентноспроможною стане, належить вищій школі.

На думку українських вчених, для виконання функції позитивного чинника вища освіта повинна базуватися на положеннях четвертої промислової революції. Стрімкі зміни в структурі праці, викликані автоматизацією, цифровізацією, роботизацією та поширенням сфери застосування штучного інтелекту, робить непотрібними багато традиційних спеціальностей, що, в свою чергу, вимагає перегляду та якісних змін у структурі системи підготовки та перепідготовки фахівців пріоритетних галузей, про що говорилося вище [83, с. 8].

Отже, Україні необхідно зробити низку важливих кроків для досягнення рівня технологічно розвинених країн, і багато з них пов'язані із змінами у вищій освіті, що обслуговує пріоритетні галузі майбутнього, зокрема електроніку. Деякі з цих змін, наприклад, збільшення фінансування вищої освіти, науки та досліджень інноваційних розробок і, як наслідок, розширення штатів пріоритетних наукових напрямів залежать від загальнодержавної освітньої політики. Проте є ціла низка реформ, які, за умов автономії, відносяться до сфери повноважень самих закладів вищої освіти.

На основі аналізу особливостей підготовки фахівців з електроніки на двох рівнях вищої освіти в США можемо окреслити три групи рекомендацій щодо запозичення американського досвіду для української системи підготовки із вказаної спеціальності:

Нормативно-правові аспекти рекомендацій:

- Адаптація законодавства України для задоволення потреб електронної інженерії;

Сьогодні рівень економічного розвитку будь-якої країни світу залежить від того, наскільки ефективним є функціонування інженерних галузей в цілому, електронної інженерії зокрема. Досвід високотехнологічних країн свідчить, що економічне зростання держави є прямо залежним від державної політики,

спрямованої на розвиток інтелектуального потенціалу нації та інноваційної діяльності. Як показали результати проведеного дослідження, активізація інноваційної діяльності неможлива без створення солідної правової бази, що стосується трансферу знань і технологій як на державному рівні, так і на рівні кожного окремо взятого закладу вищої освіти.

На нашу думку, необхідним є переглянути законодавчі і нормативні документи, які б регулювали комерціалізацію науково-технічних розробок з огляду на право інтелектуальної власності, джерела фінансування та партнерської співпраці між університетами, державою й бізнесом.

Результати проведеного аналізу свідчать, що корисними для запозичення є такі елементи американського досвіду в цій сфері:

- Створення державного органу фінансування інноваційної діяльності через систему державних програм і грантів за прикладом Національного наукового фонду США;
- Розробка і прийняття нормативного документу на рівні держави за прикладом закону Бея-Доула, який визнавав право інтелектуальної власності на науково-технічні розробки за університетом, а не окремими винахідниками. На нашу думку, це дозволить отримувати і накопичувати кошти від патентів та ліцензування інновацій з метою їх вкладення в подальшу науково-технічну діяльність закладів вищої освіти;
- Розробка і прийняття необхідної правової бази, що стосується регуляції взаємовигідних відносин між університетом як власником винаходів та виробничим сектором і бізнесом України, а також іноземних держав як покупців патентів на розробки та ліцензій на їхнє використання з метою забезпечення ефективного трансферу знань і технологій і, як наслідок, стимулювання інноваційної діяльності університетів і зміцнення їхньої науково-дослідницької бази;
- Розробка і прийняття необхідних юридичних документів на рівні кожного навчального закладу, які будуть визначати комерціалізацію науково-технічних розробок, які здійснюються його працівниками;
- Створення окремої структури в університетах, яка буде відповідати за юридичний, адміністративний і фінансовий супровід трансферу знань і технологій.

Організаційно-процесуальні аспекти рекомендацій:

- Розроблення гнучкої системи адаптації вступників на спеціальність 171 «Електроніка», яка б враховувала коригувальну підготовку з фундаментальних дисциплін (математики, фізики, хімії тощо);
- Налагодження партнерської співпраці між університетом та виробничим сектором з метою залучення професіоналів, які працюють в реальних умовах виробництва, в процес непрямого оцінювання ефективності підготовки фахівців з електроніки, відповідності освітніх програм реальним викликам галузі, створення умов для проходження студентами практики та стажування і т. ін.;
- Забезпечення міждисциплінарності та комплексності підготовки фахівців з електроніки шляхом посилення міжфакультетських та міжкафедральних зв'язків, гнучкості змістового наповнення освітніх програм, надання можливості більшого вибору елективних курсів із суміжних спеціальностей, виконання міждисциплінарних науково-дослідних проєктів і т. ін.;
- Створення можливостей швидкого реагування на зміни характеру і структури праці, зумовлені Четвертою індустріальною революцією. Згідно даних Давоських економічних самітів 2015-2016 років, протягом 10 років світова економіка буде переживати масштабні трансформації, пов'язані з автоматизацією, використанням штучного інтелекту та роботизацією, що неминуче приведе до перерозподілу ваги наявних професій, вивільнення великої кількості робочих місць, та змін у попиті на різні спеціальності. У таких умовах конкурентоспроможність закладу вищої освіти буди визначатися наскільки відповідними будуть його пропозиції щодо найбільш затребуваних спеціальностей. У цьому відношенні ефективним рішенням стане посилення роботи навчального закладу або його підрозділу щодо прогнозування стосовно перспектив розвитку кожного сектору електроніки з метою приведення у відповідність освітніх програм і їхнього змістового наповнення;
- Налагодження партнерської співпраці закладів вищої освіти з ринком праці своїх випускників. Робота в цьому напрямі перш за все включає вивчення вимог сучасного ринку праці та формування відповідних їм критеріїв до сучасного фахівця з метою гармонізації освітніх програм в частині програмних цілей та очікуваних результатів навчання. необхідним вбачається практичне запровадження дуальної освіти за прикладом комбінованих програм навчання, які пропонують американські заклади вищої освіти, які передбачають проходження студентами значного обсягу оплачуваної практики чи стажування в реальних професійних умовах під час

навчання. Одним із напрямів налагодження партнерської співпраці із ринком праці може стати започаткування спільних програм, грантів, премій для залучення студентів до інноваційної діяльності;

- Активізація інноваційної діяльності шляхом налагодження партнерських відносин із державним сектором у плані виконання державних замовлень на науково-технічні розробки в оборонній сфері, у медицині, фармації, біотехнологіях і т. ін.;

- Покращення і розвиток дослідницької матеріально-технічної бази закладів вищої освіти, які готують фахівців з електроніки шляхом інтенсифікації інноваційної діяльності, регулювання питань. Пов'язаних із комерціалізацією науково-технічних розробок;

- Налагодження партнерських відносин адміністративної частини закладів вищої освіти з представниками професорсько-викладацького складу з метою створення сприятливого клімату для підвищення ефективності навчальної й інноваційної діяльності, де кожен буде відчувати себе частиною цілого, членом команди, яка працює разом на досягнення спільних цілей.

Змістово-методичні аспекти рекомендацій:

- Посилення ролі загальноосвітньої складової програм на першому рівні вищої освіти шляхом вироблення як необхідних вимог до вступу, так і до завершення освітньої програми. Збільшення обсягу загальноосвітньої складової під час бакалаврату дозволить суттєво зменшити цей компонент на другому рівні навчання з метою забезпечення більшої кількості практико-професійних дисциплін, підсилити фундаментальну підготовку, необхідну для оволодіння фаховими дисциплінами, створити умови для формування універсальних компетенцій, які є невід'ємними характеристиками сучасного інженера як прогресивного члена суспільства;

- Запровадження різних видів освітніх програм, наприклад котермінальних, комбінованих і т. ін. для задоволення ширшого кола потреб здобувачів, а також програм, які реалізують різні форми здобуття вищої освіти (онлайн/дистанційні, гібридні); такої форми навчального заняття як рецитація та підсумкових дипломних проєктів кепстоун;

- Збільшення обсягу практичної підготовки за рахунок збільшення кількості кредитів на практичні дисципліни, надання переваги практично орієнтованим курсам, а також за рахунок урізноманітнення практичних форм навчання.

Отже, нами обґрунтовано рекомендації щодо впровадження досвіду професійної підготовки фахівців з електроніки в США та в Україні з огляду на нормативно-правові, організаційно-процесуальні та змістово-методичні аспекти та визначено перспективні напрями застосування досвіду США з професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні.

Висновки до третього розділу

Порівняльний аналіз професійної підготовки фахівців з електроніки у закладах вищої освіти в США та України показав, що подібною рисою є підготовка на трьох освітніх рівнях (бакалавріат, магістратура, докторантура); наявність загальноосвітніх компонент соціально-гуманітарного та мистецького циклу, курсів професійної підготовки, оцінювання академічних досягнень. Критерії оцінювання освітніх програм підготовки фахівців з електроніки в обох країнах визначаються агенціями з забезпечення якості вищої освіти. До здобувачів на трьох рівнях вищої освіти застосовується рейтингова система оцінювання зі 100 бальною шкалою, процентне співвідношення розподілу балів є подібним як в Україні, так і США і визначається закладом вищої освіти, однак в американській шкалі оцінювання A-F майже не використовується оцінка E. В обох країнах забезпечення якості освітнього процесу у навчанні та викладанні подібне з огляду на підходи до оцінювання цілей, змісту та результатів навчання.

До відмінних рис можна віднести організацію та зміст навчання, зокрема те, що в американських базах даних і в програмах закладів вищої освіти, практично не зустрічається повний еквівалент програми з назвою електроніка; можливість консолідації чотирирічної бакалаврської освітньої програми та традиційної дворічної магістерської, тривалість якої скорочується до року з половиною або року (котермінальні програми). У магістерських програмах здобувачі освіти можуть обирати тип випускної кваліфікаційної роботи (виконання магістерської дипломної роботи; дослідно-конструкторської роботи (проєкту) або складання кваліфікаційного іспиту) та отримувати різну кількість кредитів; наявність інтегрованих освітніх програм магістратури зі спеціалізацією в декількох галузях знань, включаючи освітню програму подвійного ступеня.

На відміну від України, окрім денної форми навчання, в США більш широко представлені програми з дистанційною, змішаною та гібридною формами підготовки. Інноваційною формою навчального заняття для України є рецитація. Щодо методів, то вони подібні для США та України (проблемні методи, кейс-стаді та виконання дослідно-конструкторських проєктів.). Разом із цим найбільш поширеним у США методом є написання підсумкових проєктів майбутніми фахівцями з електроніки.

З'ясовано, що рекомендації щодо удосконалення підготовки фахівців з електроніки на здобуття ними освітніх ступенів бакалавра і магістра стосуються трьох аспектів: нормативно-правових, організаційно-процесуальних і змістово-методичних. Нормативно-правова група рекомендацій включає адаптацію законодавства України для задоволення потреб електронної інженерії; створення державного органу фінансування інноваційної діяльності; Розробку і прийняття нормативного документу на рівні держави про визнання права інтелектуальної власності на науково-технічні розробки за університетом; розробка і прийняття необхідної правової бази, що стосується відносин між університетом та виробничим сектором і бізнесом України; розробка і прийняття необхідних юридичних документів; створення окремої структури в університетах для трансферу знань і технологій. Організаційно-процесуальні рекомендації стосуються розробки вимогливої системи відбору абітурієнтів на спеціальність 171 «Електроніка; налагодження партнерської співпраці між університетом та виробничим сектором з метою удосконалення освітніх програм; забезпечення міждисциплінарності та комплексності підготовки фахівців з електроніки; створення можливостей швидкого реагування на зміни характеру і структури праці; налагодження партнерської співпраці закладів вищої освіти з ринком праці своїх випускників; активізація інноваційної діяльності шляхом налагодження партнерських відносин із державним сектором; покращення і розвиток дослідницької матеріально-технічної бази закладів вищої освіти; налагодження партнерських відносин адміністративної частини закладів вищої освіти з представниками професорсько-викладацького. До змістово-методичних рекомендацій належать: посилення ролі загальноосвітньої складової програм на першому рівні вищої освіти; запровадження різних видів освітніх програм; збільшення обсягу практичної підготовки.

Основні наукові результати, викладені в розділі, відображені автором у публікаціях: [52; 53; 55; 57; 59; 60; 197; 198].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Науковий аналіз проблеми професійної підготовки фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США показав, що предметом дослідження українських учених були такі її аспекти: тенденції розвитку транснаціональної вищої освіти; зміст фахової підготовки здобувачів вищої освіти та в закладах вищої технічної освіти в США, особливості застосування законодавства США до державних і приватних закладів вищої освіти, стандартизації змісту вищої освіти США, систему оцінювання в закладах вищої освіти США, теоретичні та методичні основи підготовки майбутнього інженера. Американські та інші зарубіжні дослідники також активно досліджують професійну підготовку фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США, зокрема мережу та класифікації американських закладів вищої освіти; стандартизацію змісту вищої освіти; оцінювання навчальних досягнень абітурієнтів та студентів американських закладів вищої освіти в США, теоретичну та методичну підготовку майбутніх інженерів, зокрема фахівців з електроніки.

2. Здійснено порівняльний аналіз базових понять дослідження в науковому просторі США та України. Виокремлено загальну тенденцію до вживання в США терміну «electrical engineering» (електротехніка) для позначення спеціальності, яка в Україні представлена такими галузями, як електрична інженерія та електроніка та телекомунікації. При цьому в США у назві спеціальності електронна інженерія не є експліцитно вираженою, хоча описи програми вказують, що освітня програма спрямована на підготовку фахівців з електроніки.

Професійна підготовка фахівців з електроніки в дослідженні розуміється як набуття теоретичних і практичних знань та вмінь, навичок та компетентностей для успішної професійної діяльності, а саме використання технологій, матеріалів та приладів електронної техніки; конструювання, виготовлення, випробовування, монтажу та установа, експлуатації, відновлення та модернізації електронної апаратури на основі використання сучасних схемотехнічних рішень.

3. Досліджено організаційно-методичні засади професійної підготовки фахівців з електроніки у США, а саме організацію та мережу закладів вищої освіти щодо професійної підготовки фахівців з електроніки, форми й методи професійної підготовки, організацію науково-дослідної діяльності та комерціалізацію науково-технічних розробок фахівців з електроніки. Організація професійної підготовки фахівців з електроніки, здійснюється через такі нетипові форми навчання для українських здобувачів освіти як дистанційна (змішана, гібридна), навчання за «котермінальними» програми підготовки та формування студентоцентрованих освітніх траєкторій у магістерських програмах.

Використання даних світових рейтингів закладів вищої освіти в галузі «Електрична та електронна інженерія»: THE (Times Higher Education World University Ranking), QS (QS World University Ranking) та ARWU (Academic Ranking of World Universities), а також американської системи ранжування U. S. News, забезпечило об'єктивність результатів. Встановлено, що за кількісними та територіальними показниками у світових системах ранжування безперечно лідерство в галузі «Електрична та електронна інженерія» посідають США. В світі серед закладаів вищої освіти перші 30 з 61 позиції (47.5%) є американськими. Більшість таких закладів є докторськими університетами трьох типів (із дуже високим рівнем наукової діяльності, з високою науковою діяльністю і професійні університети) та є державними закладами, які фінансуються відповідними штатами. На основі вивчення мережі закладів вищої освіти, які здійснюють професійну підготовку фахівців з електроніки та акредитованих програм АБЕТ, відібрано 43 університети США, що належать до докторських університетів із високим рівнем наукової активності та є державними закладами.

Здобуття освіти в закладах вищої освіти США здійснюється в таких формах як інституційна (очна (денна), дистанційна, мережева); дуальна.

4. За змістом професійна підготовка фахівців з електроніки на бакалаврському рівні передбачає обов'язкову наявність дисциплін загальноосвітнього блоку й дисциплін практично-професійної підготовки. Загальна тенденція щодо кількості вибірових дисциплін складає 20-30 відсотків. Показано,

що ефективність підготовки фахівців з електроніки в американських закладах вищої освіти досягається за рахунок поєднання інтегративного підходу та практичної зорієнтованості. Освітні програми реалізуються в таких формах здобуття вищої освіти як стандартна програма, онлайн-програма та змішана програма, що поєднує очний формат підготовки з дистанційним. З'ясовано, що якість професійної підготовки фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США досягається використанням таких активних методів як проблемні, кейс-стаді та виконання дослідно-конструкторських проєктів. Щодо форм організації навчальних занять, то перевага віддається рецитаціям та такому типу підсумкових дипломних проєктів як кепстоун.

Рецитація в дослідженні розуміється як особлива формою навчального заняття, яке проводиться для груп із конкретно визначеною кількістю студентів (до 35 студентів). Метою рецитацій є глибше опрацювання матеріалів, поданих на попередніх лекціях. Заняття проводяться в інтерактивній формі, що дозволяє студентам активно працювати із матеріалами курсу безпосередньо в аудиторії. Рецитації, як правило, зосереджуються на проблемних і дискусійних питаннях, концепціях, теоріях, розуміння яких вимагає додаткового обговорення.

Виконання кепстоун-проєктів передбачає глибинний аналіз, синтез ідей та матеріалів під час якої через вирішення автентичних і комплексних проблем відбувається остаточне професійне самовизначення студента. Очікуваними результатами кепстоун-проєктів залежно від контексту, професійного або науково-дослідного, є презентація здобутків у формі кваліфікаційної роботи, звіту, портфолію, виставкового експонату або патенту винахід, корисну модель тощо.

5. Досліджено організацію науково-дослідної діяльності майбутніх фахівців з електроніки. Встановлено, що протягом навчання на програмах бакалаврського рівня основними формами організації науково-дослідної роботи студентів є виконання дипломної роботи, участь у науково-дослідних програмах, курси зі складовою наукового дослідження, участь у науково-дослідних грантах або контрактах. В освітніх програмах другого (магістерського) рівня вагому частину займає науково-дослідна компонента, яка передбачена в межах виконання

магістерської дипломної роботи. Методи організації науково-дослідної роботи є активними та інтерактивними, зокрема включають дослідно-конструкторські проекти. Щодо докторських програм, то вони подібно до українських закладів вищої освіти передбачають захист дисертації, а також можуть відбуватися за змішаною формою навчання. Ефективність комерціалізації науково-технічних розробок забезпечується наявністю відповідної структури або структур у дослідницьких університетах, діяльність якої проводиться у трьох напрямках: створення прибутку в результаті патентування й ліцензування, надання послуг професорсько-викладацькому складу й створення стартапів. Обґрунтована необхідність інтеграції закладів вищої освіти з виробничим сектором і бізнесом для України.

6. Виокремлено подібне й відмінне у професійній підготовці фахівців з електроніки в США та в Україні. В Україні професійну підготовку фахівців з електроніки здійснюють 22 заклади вищої освіти на першому рівні вищої освіти, та 20 на другому рівні. Різноманітність програм пояснюється їхньою вузькою спеціалізацією, що зосереджена на таких основних складових електроніки як електронні прилади, пристрої і системи, акустичні електронні системи та технології, інформаційні системи й технології (комп'ютерні й мультимедійні). Також здійснюється підготовка з таких програм як робототехніка, біомедична й біотехнічна електроніки. Дві з досліджуваних програм пропонують вивчення інтернету речей, одна – промислову електроніку.

Особливістю професійної підготовки фахівців у американських закладах освіти є те, що існує можливість навчання в магістратурі за обраною ще під час бакалаврату вузькою спеціалізацією; наявні різні типи програм на двох рівнях вищої освіти (котермінальна (прискорена) програма, програми комбінованого (дуального) навчання та «програми в програмі»).

Відмінним в організації та змісті навчання, є те, що в американських базах даних і в програмах закладів вищої освіти, практично не зустрічається повний еквівалент програми з назвою електроніка; існує можливість консолідації чотирирічної бакалаврської освітньої програми та традиційної дворічної магістерської, тривалість якої скорочується до року з половиною або року

(котермінальні програми). У магістерських програмах здобувачі освіти можуть обирати тип випускної кваліфікаційної роботи (виконання магістерської дипломної роботи; дослідно-конструкторської роботи (проєкту) або складання кваліфікаційного іспиту) та отримувати різну кількість кредитів; характерна наявність інтегрованих освітніх програм магістратури зі спеціалізацією в декількох галузях знань, включаючи освітню програму подвійного ступеня.

Сформульовано рекомендації щодо впровадження досвіду професійної підготовки фахівців з електроніки в США та в Україні з огляду на нормативно-правові, організаційно-процесуальні та змістово-методичні аспекти та визначено перспективні напрями застосування досвіду США з професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні, зокрема впровадження такої форми навчального заняття як рецитація та підсумкових дипломних проєктів кепстоун.

Однак, здійснене дослідження не вичерпує всієї повноти обраної проблеми. Подальшого вивчення потребують такі аспекти, як підготовка фахівців з електроніки до наукової діяльності на третьому освітньому рівні, професійна підготовка викладачів інженерних дисциплін, забезпечення якості інженерної освіти в Україні відповідно до міжнародних стандартів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авшенюк Н.М. Тенденції розвитку транснаціональної вищої освіти у другій половині ХХ – на початку ХХІ ст.: монографія; за наук. ред. Лещенко М.П. / Наталія Миколаївна Авшенюк. – К.: Інститут обдарованої дитини, 2015 – 610 с.
2. Баранников, А.В., Литвинов., О. Содержание общего образования: Компетентностный подход / А.В. Баранников. - М.; ГУ ВШЭ, 2002. – 51с.
3. Батечко Н. Г. Сучасні підходи до формування змісту підготовки майбутніх викладачів вищої школи в умовах магістратури. *Педагогічний процес: теорія і практика*. 2013. Вип. 4. С. 5–20. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pptp_2013_4_3 (дата звернення: 26.01.2021).
4. Бистрова Б. В. Професійна підготовка бакалаврів з кібербезпеки у вищих навчальних закладах освіти США : дис. ... канд. пед. наук / Ін-т пед. освіти і освіти дорослих. Київ, 2018. 244 с.
5. Братко М. В. Система освіти США: структура, традиції управління, особливості вищої освіти. *Освітологічний дискурс*. 2017. № 3-4. С. 252–268. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/osdys_2017_3-4_22 (дата звернення: 26.01.2021).
6. Верхогляд О. Особливості застосування законодавства США у сфері вищої освіти до державних і приватних ВНЗ / О. Верхогляд, Ю. Романовська, О. Романовський // *Вища школа*. – 2010. – № 9. – С. 81–92.
7. Воскресенская Н.Н. Поиски государственных образовательных стандартов за рубежом / Н.Н. Воскресенская // *Педагогика*. – 1994. – №2. – С.112-117.
8. Вульфсон Б. Л. Сравнительная педагогика: Актуальные вопросы теории и методологии. Отечественная и зарубежная педагогика. 2011. № 1. С. 117–126.
9. Вульфсон Б. Л., Малькова З. А. Сравнительная педагогика. Москва : Издательство "Ин-т практ. психологии", Воронеж : НПО"МОДЭК", 1996. 256 с.

10. Голуб Т. П. Науково-дослідницька робота студентів у реаліях інноваційної інженерної освіти в університетах Німеччини та України / Т. П. Голуб // Наука і освіта. - 2012. - № 8. - С. 46-49. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NiO_2012_8_15
11. Гончаренко С. Український педагогічний словник / гол. ред. С. Головка. Київ : Либідь, 1997. 373 с.
12. Данюшенков В. С.. Тестирование в США: за и против / В. С. Данюшенков, М. Ш. Ракипова // *Педагогика*. - 2004. - N 4. - С. 82-86.
13. Денисов Ю. П. Немцова Н. В. Миссия университета в экономике знаний. *Экономика: вчера, сегодня, завтра*. 2017. Т. 7. № 4А. С. 54–61. URL: <http://publishing-vak.ru/file/archive-economy-2017-4/6-denisov.pdf> (дата обращения: 26.01.2021).
14. Дмитриев Г.Д. Многокультурное образование. — М.: Народное образование, 1999. – 208 с.
15. Енциклопедія освіти / голов. ред. В. Г. Кремень ; АПН України. Київ : Юрінком Інтер, 2008. 1038 с.
16. Духаніна Н. Педагогічні умови застосування медіаосвітніх технологій у підготовці магістрів комп'ютерних наук : автореф. дис ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Наталія Мар'янівна Духаніна . – Київ, 2011 . – 20 с.
17. Заскалета С. Г. Тенденції професійної підготовки фахівців аграрної галузі в країнах Європейського Союзу : монографія / С. Г. Заскалета ; за ред. С. О. Сисоєвої. – Миколаїв : Іліон, 2013. – 500 с.
18. Зварич І. Оцінювання якості освіти у вищих навчальних закладах США / І. Зварич // *Молодь і ринок*. - 2016. - № 3. - С. 7-12. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mir_2016_3_3

19. Ефремова Т. Ф. Новый словарь русского языка. Толково-словообразовательный. – М. : Русский язык, 2000. URL: https://www.efremova.info/word/inzhenerija.html#.YC_GiOgzY1U (дата обращения: 16.09.2019).

20. Заир-Бек Е. С. Роль новых подходов в сопоставительных исследованиях для развития теории образования. *Письма в emissia.offline* : электрон. науч.-пед. журнал. 2005. (Январь–июнь). URL: <http://www.emissia.org/offline/2005/975.htm> (дата обращения: 26.01.2021).

21. Згуровський М. З. Болонський процес – структурна реформа вищої освіти на європейському просторі. *НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»* : вебсайт. URL: <http://kpi.ua/bologna> (дата звернення: 26.01.2021).

22. Игнатов И. И. Роль Акта Бэя-Доула в трансфере научных знаний и технологий из американских университетов в корпоративный сектор. *Наука. Инновации. Образование*. 2012. № 12. С. 59–188.

23. Ігнатюк О.В. Теоретичні та методичні основи підготовки майбутнього інженера до професійного самовдосконалення в умовах технічного університету [Текст] : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / Ігнатюк Ольга Анатоліївна ; Харк. нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди. - Х., 2010. - 44 с.

24. Козубцов І. М., Герасименко О. О., Ткач В. О. Якість підготовки фахівців – проблема сучасності. *Військова освіта*. 2013. № 2. С. 120–127. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vios_2013_2_15 (дата звернення: 26.01.2021).

25. Козубовська І. В., Стойка О. Я., Сідун Л. Ю. Історико-педагогічні аспекти розвитку вищої освіти в США (кінець ХХ початок ХХІ століття) : монографія. Ужгород : АУТДОР-ШАРК, 2015 р. 186 с.

26. Колонтаєвський Ю. П., Сосков А. Г. Електроніка і мікросхемика : підручник. 2-ге вид. Київ : Каравела, 2009. 416 с.

27. Кремень, В. Г., Луговий, В. І., & Саух, П. Ю. (2020). освіта і наука — основа інноваційного людського розвитку. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*, 2(2). <https://doi.org/10.37472/2707-305X-2020-2-2-14-3>

28. Крестовська Н. М. Цивілізаційний підхід у порівняльному правознавстві. *Правова держава : щорічник наукових праць Інституту держави і права ім. В. М. Корецького НАН України*. 2016. Вип. 27. С. 443–449.

29. Лебедь, Г. М. Генеза змісту фахової підготовки майбутніх програмістів у політехнічних навчальних закладах України (кінець ХХ початок ХХІ століття) : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 - загальна педагогіка та історія педагогіки : 01- освіта / педагогіка / Лебедь Галина Миколаївна ; Комунальний вищий навч. заклад «Херсонська академія неперервної освіти» ; Тернопільський нац. пед. ун-т ім. В. Гнатюка ; наук. кер. І. Я. Жорова. - Херсон ; Тернопіль, 2018. - 265 с.

30. Локшина О. Освітні стандарти у рецепціях зарубіжних учених. Педагогічна компаративістика 2015: *Якісний вимір освіти зарубіжжя та український контекст* : матеріали Всеукраїнського науково практичного семінару м. Київ, 11 червня 2015

31. Лунячек В. Е. Організація оцінювання навчальних досягнень учнів у системі освіти США / В. Е. Лунячек // *Освіта на Луганщині*. – 2009. – № 2 (31). – С. 128–135.

32. Маланов Н. А. Особенности исследования процесса развития социально педагогической реальности с позиций цивилизационного подхода. *Вестник Бурятского гос. ун-та*. 2014. № 1-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-issledovaniya-protssessa-razvitiya-sotsialno-pedagogicheskoy-realnosti-s-pozitsiy-tsivilizatsionnogo-podhoda> (дата обращения: 26.01.2021).

33. Марков К. А. Коммерциализация научных исследований в университетах США. *Вестник Нижнегор. ун-та им. Н. И. Лобачевского*. 2009. № 5. С. 22–30.

34. Мартиненко М. А., Мартиненко В. П., Ткачук А. М. Роль фундаментальних наук в сучасній інженерній освіті України. *Збірник науково-метод. робіт*. Донецьк, 2011. № 7. С. 218–222.

35. Марченко А. Л., Семенов Е.С. Основы электроники : учеб. пособие для вузов. Москва : ДМК Пресс, 2008. 296 с.

36. Мачинська Н. І., Стельмах С. С. Сучасні форми організації навчального процесу у вищій школі : навчально-метод. посіб. Львів : Львів. держ. ун-т внутрішніх справ, 2012. 180 с.

37. Методичні рекомендації з розробки освітніх і освітньо-наукових програм та навчальних планів першого і другого рівнів вищої освіти / уклад.: Р. М. Вернидуб, Т. М. Кащенко, О. О. Субіна. Київ : НПУ імені М. П. Драгоманова. 2014. 88 с.

38. Методичні рекомендації щодо розроблення стандартів вищої освіти. МОН України : вебсайт. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/proekty%20standartiv%20vishcha%20osvita/1648.pdf> (дата звернення: 26.01.2021).

39. Міхненко Г. Е. Інтелектуальна діяльність як основа формування інтелектуальної мобільності майбутніх інженерів / Г. Е. Міхненко //Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди» : зб. наук. праць. – Додаток 1 до Вип. 31, Том VIII (50) : Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». – К. : Гнозис, 2013. – С. 291–298.

40. Муромець В. Міжнародний досвід розвитку загальних компетентностей студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти у контексті реалізації управлінської діяльності. *Молодь і ринок*. 2016. № 7. С. 44–49.

41. Навички для сучасної України. Резюме. Інститут професійних кваліфікацій : вебсайт. 2015. URL: <http://www.ipq.org.ua/ua/news/93> (дата звернення: 26.10.2020).

42. Наконечний А. Й., Верес З. Є. Інтернет речей і сучасні технології. *Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка"*. Серія: Автоматика, вимірювання та керування. 2016. № 852. С. 3–9.

43. Ничкало Н. Г. Розвиток професійної освіти в умовах глобалізаційних та інтеграційних процесів : монографія. Київ : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2014. 125 с.

44. Нова парадигма освіти у глобальному світі. *Освіта на основі життєвих навичок* : Адвокаційний модуль для керівних кадрів. URL: <http://dlse.multycourse.com.ua> (дата звернення: 26.01.2021).

45. Ожегов С.И., Шведова Н.С. Толковый словарь русского языка – С.И.Ожегов, Н. Ю.Шведова. URL: <http://ozhegov.info/slovar/> (дата обращения: 16.09.2019).

46. Олійник О. В. Культурологічний підхід як наукова основа розвитку теорії та практики педагогічної освіти. *Педагогічні науки* : наукові праці / ЧДУ імені Петра Могили. 2006. Т. 50, вип. 3. С. 39–43.

47. Омельченко С. В. Понятие интеграции в педагогическом процессе. *Вестник ЮУрГУ*. 2006. №16. С. 14–17.

48. Освітологія: витоки наукового напрямку / В. О. Огнев'юк, С. О. Сисоєва, Л. Л. Хоружа [та ін.] ; за ред. В. О. Огнев'юка. Київ : Едельвейс, 2012. 336 с.

49. Павленко О. В. Сучасний стан підготовки фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США. *Молодий вчений*. 2018. № 12(64). С. 111–114. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2018-12-64-29>

50. Павленко О. В. Дослідження професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні та США: базові поняття. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. 2018. Вип. 3-4(56-57). С. 57–61. DOI: <https://doi.org/10.28925/1609-8595.2018.3-4.5761>

51. Павленко О. В. Професійна підготовка фахівців з електроніки у США: організація та мережа закладів вищої освіти. *Педагогічний дискурс*. 2019. Вип. 27. С. 84–95. DOI: <https://doi.org/10.31475/ped.dys.2019.27.10>

52. Павленко О. В. Організація науково-дослідної діяльності фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США: вибір пріоритетів для України. *Засоби навчальної та науково-дослідної роботи*. 2019. № 53. С 56–64.

53. Павленко О. В. Professional training of electronics engineers: applying US experience to Ukrainian higher educational institutions. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. 2020. Вип. 1(62). С. 80–85. DOI: <https://doi.org/10.28925/1609-8595.2020.1.12>

54. Павленко О. В. Професійна підготовка фахівців з електроніки в Україні та США: методологія порівняльного дослідження. *Освітологічний дискурс*. 2020. Вип. 3(30). С. 240–252. DOI: <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2020.3.15>

55. Павленко О. В. Competencies for the 21st Century Electronics Engineers. *Взгляд на мировую науку* : VI Междунар. конференция. Болгарія, Софія : Бялград-БГ, 2018. URL: <http://www.kamts1.kpi.ua/> (дата обращения: 26.12.2020).

56. Павленко О. В. Забезпечення якості підготовки фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США. *Освітологія – 2019. Забезпечення якості вищої освіти в університеті: рух України до Європейського Союзу* : Всеукр. науково-практ. конф. 24 квіт. 2019, м. Київ / Київ. ун-т імені Бориса Гріченка.

57. Павленко О. В. Навчання майбутніх інженерів усної англомовної медіації. *Актуальні проблеми романо-германської філології* : науково-практ. семінар. Чернівці : Чернів. нац. техн. ун-т імені Юрія Федьковича, 2019. С. 54–55.

58. Павленко О. В. Acoustician and Scientific Society: Communicating in English : Практикум з англомовного наукового спілкування для студентів факультету

електроніки спеціальності 171 «Електроніка» / уклад.: Н. Є. Доронкіна, О. В. Павленко. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 95 с.

59. Павленко О. В. Перспективні напрями застосування досвіду США до професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні : метод. рек. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 35 с.

60. Павленко О. В. Професійна та іншомовна підготовка фахівців з електроніки: досвід США : метод. рек. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 39 с.

61. Педагогический энциклопедический словарь / гл. ред. Б. М. Бим-Бад; редкол.: М. М. Безруких, В. А. Болотов, Л. С. Глебова и др. Москва : Большая Российская энциклопедия, 2003. 528 с.

62. Положення про акредитацію освітніх програм, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти : Наказ МОН України № 977 від 11.07.2019. *База даних «Законодавство України»* / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-19> (дата звернення: 26.01.2021).

63. Про вищу освіту : Закон України № 1556-VII, ред. від 25.09.2020. База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> (дата звернення: 26.01.2021).

64. Пуховська Л. Особливості порівняльних досліджень у сфері професійної освіти і навчання в Європі. Педагогічна компаративістика 2015 : якісний вимір освіти зарубіжжя та український контекст : матеріали Всеукраїнського науково-практичного семінару, м. Київ, 11 червня 2015 р. Київ : Педагогічна думка, 2015. С. 210 – 213.р. Київ : Педагогічна думка, 2015. С. 127 – 128.

65. Реєстр суб'єктів освітньої діяльності. Здобувачі вищої освіти : спец. 171: Електроніка. ЄДЕБО : вебсайт. URL: <https://registry.edbo.gov.ua/search/> (дата звернення: 19.04.2020).

66. Российская педагогическая энциклопедия : электрон. версия. гл. ред. В.В. Давыдов. – М. : Большая рос. энцикл., 1993-1999 URL: http://do-portal.ksla.kg/wp-content/uploads/2018/10/Rossiyskaya_pedagogicheskaya_enciklopediya.pdf (дата обращения: 26.01.2021).

67. Романовський О. Г. Теоретичні і методичні основи підготовки інженера у вищому навчальному закладі до майбутньої управлінської діяльності : автореф. дис. ... д-ра. пед. наук : спец. 13.00.04 / Олександр Георгійович Романовський ; Ін-т педагогіки і психології проф. освіти АПН України. – Київ, 2001. – 38 с

68. Российская педагогическая энциклопедия / под. ред. А. М. Прохорова. Москва : Большая Российская энциклопедия, 1999. Т. 2. 423 с.

69. Сбруєва А. А. Порівняльна педагогіка : навч. посіб. 2-ге вид., стер. Суми : Університет. книга, 2004. 320 с.

70. Сисоєва С. Порівняльна педагогіка в контексті розвитку освітології. *Освітологія*. 2014. Вип. 3. С. 17–23. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ocvit_2014_3_4 (дата звернення: 26.01.2021).

71. Ситаров В. А. Дидактика : учеб. пособ. для студ. высш. пед. учеб. Заведений / под ред. В. А. Слостенина. Москва : Академия, 2002. 368 с.

72. Сіденко В. Р. Глобальні структурні трансформації та тренди економіки України. *Економіка і прогнозування*. 2018. № 2. С. 7–29.

73. Сліпчук В. Л. Професійна підготовка майбутніх фахівців фармацевтичної галузі в умовах неперервної професійної освіти. *Наукові записки Вінниць. держ. пед. ун-ту імені Михайла Коцюбинського*. Серія: Педагогіка і психологія. 2014. Вип. 41, ч.1. С. 272–280.

74. Словник української мови : в 11 т. / ред. кол.: І. К. Білодід (гол.) та ін. ; АН УРСР, Ін-т мовознавства ім. О. О. Потебні. Київ : Наукова думка, 1970-1980. Т. 4. 840 с.

75. Стандарт Вищої освіти України : спец. 171 «Електроніка» (бакалавр): затверджено Наказом МОН України № 1246 від 13.11.2018. *МОН України* : вебсайт. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/171-elektronika-bakalavr.pdf> (дата звернення: 26.01.2021).

76. Стандарт Вищої освіти України : спец. 171 «Електроніка» (магістр): затверджено Наказом *МОН України* № 580 від 30.04.2020. МОН України : вебсайт. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vyshcha/standarty/2020/05/2020-zatverd-standart-171-m.pdf> (дата звернення: 26.05.2020).

77. Старшинова Т. А. Педагогическая интеграция как системное явление. *Инженерная педагогика* : сб. статей / Моск. автомобильно-дорожный гос. техн. ун-т МАДИ, Междунар. общество по инженерной педагогике, Центр инженерной педагогики МАДИ. Москва, 2013. Вып. 15, т. 3. С. 181–186.

78. Стойка, О. Я. Вища освіта США та України: спільні та відмінні риси. *Науковий вісник Ужгородського університету (Педагогіка. Соціальна робота)*, 1 (40), 2017. С. 280–283

79. Стрижевская Е. М. Интегрированная система обучения в техническом вузе как основа повышения качества подготовки специалистов : автор. ... дис. кан. пед. наук. Москва : ИОО, 2002. 21 с.

80. Султанова Д. Ш., Williams D. Инфраструктура коммерциализации научно-технических разработок и развития инновационного предпринимательства в университетах США и Великобритании. *Вестник Казан. технолог. ун-та*, 2013. С. 253–255. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/infrastruktura-kommertsializatsii-nauchno-tehnicheskikh-razrabotok-i-razvitiya-innovatsionnogo-predprinimatelstva-v-universitetah/viewer> (дата обращения: 26.01.2021).

81. Третько В. Міждисциплінарний підхід у підготовці майбутніх магістрів міжнародних відносин. *Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи*. 2013. Вип. 6.

С. 94–102. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/OD_2013_6_13 (дата звернення: 26.01.2021).

82. Філософія освіти : Навчальний посібник / за заг. ред. В. Андрущенко, І. Передборської. Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2009. 329 с.

83. Форсайт 2018: Аналіз підготовки і перепідготовки фахівців природничого і технічного спрямування, виходячи з цілей сталого соціально-економічного розвитку України до 2025 року. Київ : НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», Вид-во «Політехніка», 2018. 32 с.

84. Форсайт та побудова стратегії соціально-економічного розвитку України на середньостроковому (до 2020 року) і довгостроковому (до 2030 року) часових горизонтах / наук. кер. М. Згуровський та ін. Київ, 2016. URL: <http://wdc.org.ua/sites/default/files/WDC-IASA-FORESIGHT-2016-EN.pdf> (дата звернення: 26.01.2021).

85. Чорна Н., Головні умови ефективного використання тестів успішності у вищій школі США. Вісник Львів. ун-ту Сер. пед. 2005. Вип. 19. Ч. 2. С. 281–292.

86. Чуканова С. О. Професійна підготовка фахівців із бібліотекознавства та інформології у системі вищої освіти США : дис. ... канд. пед. наук / Київ. нац. ун-т «Києво-Могилянська академія». Київ, 2016. 344 с.

87. Щекин Г. Организация и психология управления персоналом : учеб.-метод. пособие. Київ : МАУП, 2002.

88. Щука Г. П. Методологічні основи порівняльно-педагогічних досліджень. *Науковий вісник Донбасу*. 2012. № 2. 14 с. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvd_2012_2_10 (дата звернення: 26.01.2021).

89. Ушаков Д. Н. Толковый словарь русского языка. / под ред. Д. Н. Ушакова URL: <https://ushakovdictionary.ru/> (дата обращения: 16.09.2019).

90. 6-7 MEng Degree Program in Computer Science and Molecular Biology. MIT EECS : Website. URL: <https://www.eecs.mit.edu/ug/6-7MEng> (last accessed: 26.01.2021).
91. 6-P: The Masters of Engineering (MEng) Program. MIT EECS : Website. URL: <https://www.eecs.mit.edu/academics-admissions/undergraduate-programs/6-p-meng-program> (last accessed: 17.01.2020).
92. ABET (2006). Engineering Change: A Study of the Impact of EC2000. URL: <https://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/04/EngineeringChange-executive-summary.pdf> (last accessed: 26.11.2020).
93. About ABET. URL: <https://www.abet.org/about-abet> (last accessed: 26.01.2021).
94. About Academic Ranking of World Universities. *Academic Ranking of World Universities* : Website. URL: <http://www.shanghairanking.com/aboutarwu.html> (last accessed: 26.01.2021).
95. Accredited Colleges, Universities & Programs. Council for Higher Education Accreditation : Website. URL: <https://www.chea.org> (last accessed: 17.01.2020).
96. All Professional Engineering Positions, 0800 : Individual Occupational Requirements. *OPM* : Website. URL: <https://www.opm.gov/policy-data-oversight/classification-qualifications/general-schedule-qualification-standards/0800/files/all-professional-engineering-positions-0800.pdf> (last accessed: 17.01.2020).
97. Altbach, P. G. (2015, May). The McCormic Classification of American Higher Education: More-and Less-Than Meets the Eye. *International Higher Education*. Vol. 80. P. 21–23. DOI: <https://doi.org/10.6017/ihe.2015.80.6153>
98. American Society of Engineering: Reports 2014-2017. : Website. URL: <https://www.asee.org/member-resources/reports> (last accessed: 26.11.2020).
99. Annual report 2018: Bloomsburg University of Pennsylvania. Department of Physics and Engineering technology. – 2018. – 31 p. URL:

<https://intranet.bloomu.edu/documents/cost/annual/physics2018.pdf> (last accessed: 26.11.2020).

100. Arnove R. F., Altbach P. G., Kelly G. P. Emergent Issues in Education: Comparative Perspectives (SUNY Series, Frontiers in Education). New York : State University of New York Press, 1992. 382 p.

101. Atkinson R. C., Pelfrey P. A. Science and Entrepreneurial University. Center for Studies in Higher education. *Research & Occasional Paper Series*. 2010. Vol. 9.10. 8 p.

102. Bachelor of Science degree in Electrical Engineering (BSEE) program. Alabama Agricultural and Mechanical University : Website. URL: <https://www.aamu.edu/academics/undergraduate-studies/bachelor-science-electrical-engineering.html> (last accessed: 26.11.2020).

103. Bachelor's degree. IPEDS 2019-20 Data Collection System : Survey Materials : Glossary / National Center for Education Statistics. URL: <https://surveys.nces.ed.gov/ipeds/VisGlossaryAll.aspx> (last accessed: 26.11.2020).

104. Bailey J., Acker E., Fyffe J. Capstone courses in undergraduate business degrees. Sydney: Office for Learning and Teaching, 2013. URL: Available from http://www.olt.gov.au/system/files/resources/PP10_1646_Bailey_vanAcker_report_2013.pdf (last accessed: 26.11.2020).

105. Banta T., Pike G. Making the Case Against – One More time / commentary on R. Benjamin. *The Seven Red Herrings About Standardized Assessments in Higher Education*. 2012 / National Institute for Learning Outcomes Assessment. URL: <http://learningoutcomesassessment.org/documents/HerringPaperFINAL.pdf> (last accessed: 26.11.2020).

106. Barnett R. Learning for an unknown future. Higher Education Research & Development. 2004. Vol. 23:3. P. 247–260. DOI: <https://doi.org/0.1080/0729436042000235382>

107. Bayh–Dole Act or Patent and Trademark Law Amendments Act (Pub. L. 96-517, December 12, 1980)

108. Berkeley Engineering : Website. URL: <https://engineering.berkeley.edu/> (last accessed: 26.11.2020).

109. Berry F. C., Di Piazza P. S., Sauer S. L. B The future of electrical and computer engineering education. *IEEE Trans. Educ.* 2003. Vol. 46(4). P. 467–476.

110. Best Global Universities for Electrical and Electronic Engineering. U.S. News Education : Website. URL: <https://www.usnews.com/education/best-global-universities/electrical-electronic-engineering?page=4> (last accessed: 26.11.2020).

111. Besterfield-Sacre M., Shuman L. J., Wolfe H., Atman C. J., McGourty J., Miller R. L., Olds B. M., Rogers G. M. Defining the outcomes: A framework for EC-2000. *IEEE Trans. Educ.* 2000. Vol. 43(2). P. 100–110.

112. Bolin M. K. The 21st Century Academic Library: Global Patterns of Organization and Discourse. Elsevier Ltd, 2018. 176 p.

113. Bradley University. URL: <https://www.bradley.edu/> (last accessed: 26.01.2020).

114. Brahim N., Dweiri F., Al-Syouf I., Khan A. Sharafuddin Cooperative Education in an Industrial Engineering : Program : 6-th International Forum on Engineering Education (IFEE 2012). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2013. Vol. 102. P. 446–453. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.760>

115. Bray, M, Adamson, B, Mason, M. Comparative Education Research Approaches and Methods. 2014. Vol.19. 453 p. 10.1007/978-3-319-05594-7

116. Brew A. Research and teaching from the students' perspective. International policies and practices for academic enquiry : An international colloquium held at Marwell conference centre, Winchester, UK, 19–21 April, 2007. URL: http://portal-live.solent.ac.uk/university/rtconference/2007/resources/angela_brew.pdf (last accessed: 26.11.2020).

117. Broadfoot P. Stones from Othet Hills May serve to Polish the Jade of this One: towards a ‘comparology’ of education. *Doing Comparative Education Research: issues and problems* / ed. K. Watson. Symposium Books Ltd., 2001. P. 85–111.

118. Bucknell University's course catalog : Website. URL: <https://coursecatalog.bucknell.edu/> (last accessed: 26.11.2020).

119. California State University (Chico). URL: <http://www.csuchico.edu/> (last accessed: 26.01.2020).

120. California State University (Sacramento). URL: <https://www.csus.edu/college/engineering-computer-science/> (last accessed: 26.04.2020).

121. Caltech : technology transfer and corporate partnerships. URL: <https://innovation.caltech.edu/> (last accessed: 26.01.2020).

122. Carnegie Classification of Academic Institutions. Bloomington: Center for Postsecondary Research Indiana University School of Education. 2018. URL: <https://carnegieclassifications.iu.edu/downloads/CCIHE2018-FactsFigures.pdf> (last accessed 20.08.2019).

123. Carnegie Classification of Academic Institutions. National Science Board : Science and Engineering Indicators 2018. URL: <https://www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/assets/561/carnegie-classification-of-academic-institutions.pdf> (last accessed: 26.11.2020).

124. Classification & Qualifications: General Schedule Qualification Standards. OPM : Website. URL: <https://www.opm.gov/policy-data-oversight/classification-qualifications/general-schedule-qualification-standards/#url=Group-Standards> (last accessed: 20.08.2019).

125. Coyle E. , Davim J.P., Thomas K.D. et al. Engineering Education in the US and the EU. – *Chapter 5 in Engineering in Context. Academica*, 2009,

doi:10.21427/D7RC8VD. – 25 p. : Website. URL: <https://arrow.dit.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1010&context=ahfrcbks>

126. Denman B., Suter L.E., Smith E./ The SAGE Handbook of Comparative Studies in Education. 1-st ed. California : SAGE publications, 2014. 682 p.

127. Gifford, B. R., Catherine O'Connor M. Changing Assessments: Alternative Views of Aptitude, Achievement and Instruction. 1992. 337 p. 10.1007/978-94-011-2968-8

128. Hayhoe, R., Mundy, K., Bickmore, K., Madden et el. Comparative and International Education: Issues for Teachers (International Perspectives on Education Reform Series) 50612th edition. Economic Policy Institute and Teachers College. 2008. 416 p.

129. Department of Electrical and Computer Engineering California State University (Los Angeles) : Website. URL: <https://www.calstatela.edu/ecst/ece/graduate> (last accessed: 26.01.2020).

130. Digital economy report 2019. Value Creation and Capture: Implications for developing countries. 2019. 194 p. URL: https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/der2019_en.pdf (last accessed: 20.08.2020).

131. Doctor's degree. *IPEDS 2019-20 Data Collection System* : 2019-20 Survey Materials : Glossary / National Center for Education Statistics. URL: <https://surveys.nces.ed.gov/ipeds/VisGlossaryAll.aspx> (last accessed: 20.11.2020).

132. Doctor's degree-professional practice. *IPEDS 2019-20 Data Collection System* : 2019-20 Survey Materials : Glossary / National Center for Education Statistics. URL: <https://surveys.nces.ed.gov/ipeds/VisGlossaryAll.aspx> (last accessed: 20.11.2020).

133. Drake S. M., Burns R. C., V.Smith. Meeting Standards Through Integrated Curriculum / ASCD. 2004. 181 p.

134. Dudrestadt J. The View from the Helm: Leading the American University during an Era of Change. 2007. <https://doi.org/10.3998/mpub.168531>
135. Dyachkova Ya., Syzenko A. Pavlenko O. Global Issues in ESP Classroom: Challenges and Opportunities, Educating the Global Citizen: International Perspectives on Language Teaching in the Digital Age. Munich : Ludwig-Maximillian's University, 2019. 71 p.
136. Dym C. M., Agogino A. M., Eris O., Frey D. D., Leifer L. J. Engineering design thinking, teaching, and learning. *J. Eng. Educ.* 2005. Vol. 94(1). P. 103–120.
137. Eastern Michigan University: Website. URL: <https://www.emich.edu/index.php>(last accessed: 26.11.2020).
138. Educational attainment. *US Census Bureau.* 2017. URL: <https://factfinder.census.gov/faces/tableservices/jsf/pages/productview.xhtml?src=CF> (last accessed: 20.08.2019).
139. Electrical Engineering Program. Arkansas Tech University : Website. URL: <https://www.atu.edu/engineering/electrical/> (last accessed: 26.11.2020).
140. Electrical Engineering, Integrated B.S./M.S. *Cal State LA* : Website. URL: http://ecatalog.calstatela.edu/preview_program.php?catoid=26&poid=11347 (last accessed: 20.11.2020).
141. Electrical engineering. Samuel Gin College of Engineering Auburn University College: Website. URL: <http://eng.auburn.edu/ece/> (last accessed: 26.11.2020).
142. Electrical/Electronics Engineering Technology programme. Ferris State University. URL: <https://catalog.ferris.edu/program/459> (last accessed: 25.04.2020).
143. Electronics Engineering Technology (B.S.): 2019-2020 Undergraduate Catalog. *South Dakota State University* : Website. URL: https://catalog.sdstate.edu/preview_program.php?catoid=36&poid=8426 (last accessed: 20.11.2020).

144. Electronics Engineering. DeVry University. URL: <https://www.devry.edu/online-programs/bachelors-degrees/electronics-engineering-technology.html> (last accessed: 26.04.2020).
145. Electronics. *Wikibooks* : Website. 2015. 401 p. URL: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ee/Electronics.pdf> (last accessed: 20.11.2020).
146. Engineering Competency Model / Employment and Training Administration. *United States Department of Labor* : Website. 2015. URL: http://www.aes.org/sites/default/files/Engineering%20Competency%20Model_Final_May2015.pdf (last accessed: 20.11.2020).
147. Engineering Technology Courses. Bowling Green State University. URL: <https://www.bgsu.edu/academics/engineering-technology.html> (last accessed: 26.04.2020).
148. Ericsson Mobility Report. 2018. Ericsson : Website. 2018. URL: <https://www.ericsson-mobility-report-november-2018.pdf> (last accessed: 20.11.2020).
149. Ewell P. A World of Assessment: OECD's AHELO Initiative. *Change Magazine*. 2012. Vol. 44(5). P. 33–42.
150. First-professional. *IPEDS 2019-20 Data Collection System* : 2019-20 Survey Materials : Glossary / National Center for Education Statistics. URL: <https://surveys.nces.ed.gov/ipeds/VisGlossaryAll.aspx> (last accessed: 20.11.2020).
151. Fisher L. M. The Innovation Incubator: Technology Transfer at Stanford University. *TECH & INNOVATION*. 1998. Issue 13. URL: <https://www.strategy-business.com/article/13494?gko=b9885> (last accessed: 20.11.2020).
152. Friel T. Engineering Cooperative Education:A Statistical Analysis of Employer Benefits. *Journal of Engineering Education*. 1997. Vol. 1-6.

153. Froyd E. J., Wankat C. P., Smith A. K. Five Major Shifts in 100 Years of Engineering Education. *Proceedings of the IEEE*. 2012. Vol. 100. P. 1344–1360. DOI: <https://doi.org/10.1109/JPROC.2012.2190167>
154. Gardner P. D., Nixon D. C., Motschenbacher G. Starting salary outcomes of cooperative education graduates. *Journal of Cooperative Education*. 1992. Vol. 27 (3). P. 16–26.
155. Good F. Comparative Education. Osogbo, Swift Publishers Nigeria Ltd, 1962.
156. Graf R. F. Modern dictionary of electronics. 7-th ed., revised and updated. 1999. 882 p.
157. Grasso D., Heble J. J., J. Duderstadt et al. Holistic Engineering Education. Beyond Technology: ed. Grasso D, Burkins M. Springer Science & Business Media, 2010. 301 p.
158. Grantham University's College of Science, Engineering, and Technology : Website. URL: <https://www.grantham.edu/college-of-science-engineering-and-technology/>(last accessed: 26.11.2020).
159. Heywood J. Assessment in Higher Education: Student Learning, Teaching, Programmes and Institutions (Higher Education Policy). Jessica Kingsley: 200. 452.
160. Harvard John A. Paulson School of Engineering and Applied Sciences URL: <https://www.seas.harvard.edu/programs/engineering/electrical-engineering> (last accessed: 20.06.2020).
161. Healey M., Lannin L., Stibbe A., Derounian J. Developing and enhancing undergraduate final-year projects and dissertations. York : The Higher Education Academy, 2013. 93 p.
162. Herrington J., Reeves T. C., Oliver R. Authentic learning environments. *Handbook of research on educational communications and technology* / Eds.: J. M.

Spector, M. D. Merrill, J. Elen, M. J. Bishop. 4-th ed. New York : Springer, 2014. P. 401–412.

163. Higher Education Opportunity Act 1965. GPO : Website. 2008. URL: <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-110publ315/pdf/PLAW-110publ315.pdf> (last accessed: 03.09.2019).

164. Indiana University School of Education. URL: <http://carnegieclassifications.iu.edu> (last accessed: 03.09.2020).

165. Integrated Postsecondary Education Data System 2011-12 : 2011-12 Survey Materials. *National Centre for Education Statistics* : Website. 2011. 19 p. URL: <http://www.maine.edu/pdf/Completions.pdf> (last accessed: 03.09.2020).

166. Integrated Postsecondary Education Data System 2019-20 Survey Materials : Glossary. (2019). National Center for Education Statistics : Website. 2019. URL: <https://surveys.nces.ed.gov/ipeds/Downloads/Forms/IPEDSGlossary.pdf> (last accessed: 27.08.2019).

167. Introduction to Electronics. *SCERT-KERALA* : Website. 2014. 21 p. URL: http://www.scert.kerala.gov.in/images/2014/HSC-_Textbook/21_Electronics_chapter_1.pdf (last accessed: 27.08.2020).

168. Introduction to the Position Classification Standards. TS-134 July 1995, TS-107 August 1991, revised: August 2009 / U.S. Office of Personnel Management. URL: <https://www.opm.gov/policy-data-oversight/classification-qualifications/classifying-general-schedule-positions/positionclassificationintro.pdf> (last accessed: 27.08.2020).

169. Introduction: What comprises the MEng Thesis? EECS : Website. URL: <http://www.eecs.mit.edu/academics-admissions/undergraduate-programs/6-p-meng-program/thesis-guide/1-intro> (last accessed: 27.04.2020).

170. Ira A. Fulton Schools of Engineering. ASU : Website. 2019. URL: <https://engineering.asu.edu/undergraduate-degree-programs/> (last accessed: 28.07.2019).

171. Kalonji G. Capturing the Imagination: High-Priority reforms for Engineering Educators. *Educating the Engineer of 2020 : Adapting Engineering Education to the New Century / National Academy of Engineering of the National Academies.* - The National Academies Press, Washington, DC, 2005. – P. 146-150. URL: https://c.ymcdn.com/sites/www.acectx.org/resource/resmgr/Learning_Center/Educating_The_Engineer_of_20.pdf (last accessed: 26.11.2020).

172. Kande L. *Studies in Comparative Education.* London : Harrop 12 Ltd. 1957.

173. Kline R.R. From Progressivism to Engineering Studies : Edwin T. Layton's *The Revolt of the Engineers // Technology and Culture / The Johns Hopkins University Press.* - Vol. 49, No. 4 (Oct., 2008). - P. 1018-1024.

174. Lee N. Project methods as the framework for undergraduate design education: A systems-based study of congruence, commonality and variation : PhD thesis / Swinburne University of Technology. Hawthorn, 2011. URL: <http://researchbank.swinburne.edu.au/vital/access/services/Download/swin:24708/SOURCE2> (last accessed: 28.11.2020).

175. Lee N., Loton D. J. Capstone curriculum across disciplines: Synthesising theory, practice and policy to provide practical tools for curriculum design : Final Report / Australian Government ; Office for learning and Teaching. 2015. 49 p. URL: https://altf.org/wp-content/uploads/2016/08/Lee_N_NSTF_report_2015.pdf (last accessed: 28.11.2020).

176. Leong H., Kamp A. Standard 2.1. *CDIO* : Website. URL: <http://www.cdio.org/content/cdio-standard-21#standard2> (last accessed 16.16.2019).

177. Life of a Stanford Invention. URL: https://otl.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj10286/f/otl_overview_fy18_1.59.44_pm_1.pdf (last accessed: 16.11.2020).

178. Lipscomb University. URL: <https://www.lipscomb.edu/> (last accessed: 16.11.2020).

179. Mann Ch. R. A Study of Engineering Education: Prepared for the Joint Committee on Engineering Education of the National Engineering Societies. Issue 11 of Bulletin : Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching / The University of Wisconsin. Merrymount Press, 1918. 139 p.

180. Manzon M. Comparative education: The Construction of a Field. Springer Science & Business Media, 2011. 304 p.

181. Marjoram T., Zhong Y. What Engineering is, What Engineers Do. *Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development* : UNESCO Report. 2010. P. 23–28. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000189753?posInSet=5&queryId=N-EXPLORE-e0236e1d-17ba-4da1-a842-25e92c839533> (last accessed: 16.11.2020).

182. Master's colleges and universities. *IPEDS 2019-20 Data Collection System: 2019-20 Survey Materials* : Glossary / National Center for Education Statistics. URL: <https://surveys.nces.ed.gov/ipeds/VisGlossaryAll.aspx> (last accessed: 16.11.2020).

183. Master's degree. *IPEDS 2019-20 Data Collection System* : 2019-20 Survey Materials : Glossary / National Center for Education Statistics. URL: <https://surveys.nces.ed.gov/ipeds/VisGlossaryAll.aspx> (last accessed 16.11.2020).

184. Mastering the Core Competencies of Electrical Engineering through Knowledge Integration / T. Chen, A. A. Maciejewski, B. M. Notaros, A. Pezeshki, M. D. Reese. *ASEE's 123rd Annual* : Conference & Exposition, New Orleans, June 26-29, 2016. Paper ID No 16305. 12 p. URL: https://www.engr.colostate.edu/ece/pdfs/red/asee_paper_chen.pdf (last accessed: 16.11.2020).

185. Mathison S., Freeman M. E. The Logic of Interdisciplinary studies. 1998.

186. Merriam-Webster's Dictionary. URL: <https://www.merriam-webster.com/> (last accessed: 16.09.2019).

187. Miszalski W. Engineers in education. *Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development* : UNESCO Report. – UNESCO Publishing, 2010. – P. 308-310. URL: https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?id=p::usmarcdef0000189753&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_02c39df6-f642-4e93-a7d37845469ed1a%3F_%3D189753eng.pdf&locale=ru&multi=true&ark=/ark:/48223/pf0000189753/PDF/189753eng.pdf#page=125&zoom=auto (last accessed: 26.11.2020).

188. MIT 6-A M.Eng : Thesis Program. URL: <https://6a.mit.edu/> (last accessed 28.11.2020).

189. MIT TLO: Technology Transfer office. URL: <https://tlo.mit.edu/learn-about-intellectual-property/technology-transfer-process> (last accessed: 28.11.2020).

190. Morse R., Vega-Rodriguez J. How U.S. News Calculated the Best Global Universities Rankings. *U.S. News Education* : Website. 2019. URL: <https://www.usnews.com/education/best-global-universities/articles/methodology> (last accessed: 28.10.2019).

191. Mowery D. C. Rosenberg N. The US National Innovation System. *Innnovations Systems* : A Comparative Analysis / Ed.: R. R. Nelson. New York : Oxford University Press, 1992.

192. National Academy of Engineering. 2005. *Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11338> (last accessed: 26.11.2020).

193. North Carolina SBTDC. URL: <http://www.sbtdc.org/about-us/how-we-help-nc-businesses/> (last accessed: 28.10.2019).

194. Office of Research Commercialization. *NS State University* : Website. URL: <https://research.ncsu.edu/commercialization/statistics/> (last accessed: 28.10.2020).

195. Parrchett H. S. Preface. A Study of Engineering Education: Prepared for the Joint Committee on Engineering Education of the National Engineering Societies. Issue 11 of Bulletin : Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching / Mann Charles Riborg ; The University of Wisconsin. Merrymount Press, 1918. P. V-VIII.

196. Parsons C. K., Caylor E. Simmons H. S. Cooperative Education Work Assignments: The Role of Organizational and Individual Factors in Enhancing ABET Competencies and Co-op Workplace Well-Being. *Journal of Engineering Education*. 2005. Vol. 94(3). P. 309–318.

197. Pavlenko O. Implementation of National Higher Education Standard in Electronics: Students' Perceptions of Learning Outcomes. *Eureka: Social and Humanities*. 2020. Vol. 5. P. 43–49. DOI: <https://doi.org/10.21303/2504-5571.2020.001439>

198. Pavlenko O. Job profiles in ESP: towards a better understanding of your learners' field. *English for Specific Purposes: A Multidimensional Challenge*. 2018. Austria, Vienna : University of Applied Science. P. 196–198.

199. Pavlenko O. US Higher Engineering Education: the Spotlight on Current Trends. *The Modern Higher Education Review*. 2018. Vol. 3. P. 59–68. DOI: <https://doi.org/10.28925/2518-7635.2018.3.11>

200. Post-master's certificate. IPEDS 2019-20 Data Collection System : 2019-20 Survey Materials : Glossary / National Center for Education Statistics. URL: <https://surveys.nces.ed.gov/ipeds/VisGlossaryAll.aspx> (last accessed: 28.10.2020).

201. Professional Work in the Engineering and Architecture Group, 0800. November 2008. 177 p. URL: <https://www.opm.gov/policy-data-oversight/classification-qualifications/classifying-general-schedule-positions/standards/0800/gso800p.pdf> (last accessed: 28.10.2020).

202. QS World University Rankings Engineering-Electrical & Electronic 2019. *QS Top Universities*. Website. URL: <https://www.topuniversities.com/university->

rankings/university-subject-rankings/2019/engineering-electrical-electronic (last accessed: 28.10.2020).

203. QS World University Rankings Methodology. *QS Top Universities* : Website. 2019. URL: <https://www.topuniversities.com/qs-world-university-rankings/methodology> (last accessed: 28.10.2020).

204. Qualification Standards for Positions Under the General Schedule. United States. Office of Personnel Management / Occupational Standards Branch Office of Personnel Management, Occupational Standards Branch. 1979. 65 p.

205. Renato H., Pedrosa R., E. Amaral E., Knobel M. Assessing higher education learning outcomes in Brazil. *Higher Education Management and Policy*. 2013. Vol. 24(2). 55–71. DOI: <https://doi.org/10.1787/hemp-24-5k3w5pdwk6br>

206. Rodgers B. H., Weston, W. D. A survey of recent engineering graduates: The relationship of cooperative education to job factors. *Journal of Cooperative Education*. 1987. Vol. 23. P. 33–39.

207. Schramm C., Litan R. E. An Entrepreneurial Recovery. *Wilson Quarterly*. 2010. Vol. 34, no. 2. P. 44–47.

208. Schulz B. The importance of soft skills: Education beyond academic knowledge. URL: <http://hdl.handle.net/10628/39> <http://www.keytrain.com/softskills.asp> (last accessed: 27.08.2019).

209. Schuurman M. K., Pangborn R. N., Mcclintic R. D. Assessing the Impact of Engineering Undergraduate Work Experience: Factoring in Pre-work Academic Performance. *Journal of Engineering Education*. 2008. Vol. 97. P. 207–212.

210. Secolsky C., Denison D. B. Presenting Learning Outcomes Assessment Results to Foster Use. *Handbook on Measurement, Assessment, and Evaluation in Higher Education*. 2017. P. 648–660. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315709307-52>

211. Seely B. E. Patterns in the History of Engineering Education reform: A Brief Essay / Educating the Engineer of 2020 : Adapting Engineering Education to the New Century / National Academy of Engineering of the National Academies. - The National Academies Press, Washington, DC, 2005. – P. 114-130 : Website. URL: https://c.ymcdn.com/sites/www.acectx.org/resource/resmgr/Learning_Center/Educating_The_Engineer_of_20.pdf (last accessed: 16.09.2019).

212. Seely N., Buckley J., Delahunty T., Canty D. Integrating learners into the assessment process using adaptive comparative judgement with an ipsative approach to identifying competence based gains relative to student ability levels. *International Journal of Technology and Design Education*. 2019. Vol. 29(4). 701–715.

213. Seely, B.E. 1999. The other re-engineering of engineering education, 1900–1965. *Journal of Engineering Education* 88(3): 285–294

214. Shanghai Ranking's Global Ranking of Academic Subjects 2019 - Electrical & Electronic Engineering. *Academic Ranking of World Universities* : Website. URL: <http://www.shanghairanking.com/Shanghairanking-Subject-Rankings/electrical-electronic-engineering.html> (last accessed: 28.07.2019).

215. Stanford Engineering Handbook: Honors Programs URL: <https://ughb.stanford.edu/majors-minors/honors-programs> (last accessed: 28.07.2019).

216. Stanford Engineering Undergraduate Handbook. *Handbook* : 2019-20 UG. *Stanford University* : Website. URL: <https://stanford.app.box.com/s/700dznqrzf9jh248mezl2bi768bzle5v> (last accessed: 26.01.2021).

217. Stanford IEEE : Student Chapter. URL: <https://ieee.stanford.edu/> (last accessed: 28.07.2019).

218. Stanford: Facts 2019. URL: <https://facts.stanford.edu/administration/finances/> (last accessed 28.07.2019).

219. Stockwell C. The Most Popular Engineering Majors in the US. Interesting Engineering. 2018. URL: <https://interestingengineering.com/the-most-popular-engineering-majors-in-the-us> (last accessed: 28.07.2019).

220. Tau Beta Pi : California Camma Chapter at Stanford University. URL: <http://tbp.stanford.edu> (last accessed: 28.07.2019).

221. Technical Communication Program. URL: <https://engineering.stanford.edu/students-academics/technical-communication-program> (last accessed: 28.07.2019).

222. Technical Work in the Engineering and Architecture Group, 0800. 2007. 69 p. URL: <https://www.opm.gov/policy-data-oversight/classificationqualifications /classifying-general-schedule-positions/standards/0800/g0800t.pdf> (last accessed: 28.07.2019).

223. The Carnegie Classification of Institutions of Higher Education : 2018 Update Facts & Figures / Center for Postsecondary Research. URL: <https://carnegieclassifications.iu.edu/downloads/CCIHE2018-FactsFigures.pdf> (last accessed: 28.07.2019).

224. The future of jobs : Employment, Skills and Workforce strategy for the Fourth Industrial revolution : World Economic Forum. January 2016. 167 p. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf (last accessed: 28.07.2019).

225. Tuning Educational Structures in Europe. URL: http://www.europa.eu.int/comm/education/olicies/educ/tuninig/tuning_en.html (last accessed: 28.07.2019).

226. U.S. Engineering Specializations. *Amideast: Expanding Opportunity through Education and Training*. URL: <https://www.amideast.org/usstudy/fields-study/engineering/us-engineering-specializations> (last accessed: 28.07.2019).

227. UA Little Rock Catalogs: 2019-2020. Undergraduate Catalog. URL: <https://catalog.ualr.edu> (last accessed: 28.07.2019).

228. Undergraduate Research Program Awards 2020 / South Dakota State University. URL: https://www.sdstate.edu/sites/default/files/file-archive/201911/UGR_Guidelines_2020.pdf (last accessed: 28.07.2019).
229. University of California, Santa Barbara. College of Engineering : Website. URL: <https://engineering.ucsb.edu/> (last accessed: 26.11.2020).
230. University of Pennsylvania. Department of Physics and Engineering technology. 2018. 31 p. URL: <https://intranet.bloomu.edu/documents/cost/annual/physics2018.pdf> (last accessed: 26.01.2021).
231. Vodovozov V., Brandt E., Proot V. et al. Introduction to Electronic engineering. Ventus Publishing ApS, 2010. 135 p. URL: <http://dl4a.org/uploads/pdf/introduction-to-electronic-engineering.pdf> (last accessed: 28.07.2019).
232. Wickenden, W.E. A Comparative Study of Engineering Education in the US and Europe. Bulletin 16 of the Investigation of Engineering Education, The Society for the Promotion of Engineering Education. 1929.
233. World Economic Forum Report. URL: <https://www.weforum.org/reports?year=2019#filter> (last accessed: 28.07.2019).
234. World University Rankings 2020. *THE World University Rankings*. – Website. URL: https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2020/world-ranking#!/page/0/length/25/subjects/3135/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/stats (last accessed: 28.07.2019).
235. World University Rankings. 2019. *THE World University Rankings 2020*. URL: https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2020/worldranking#!/page/0/length/25/subjects/3135/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/stats (last accessed: 30.09.2019).
236. Yale School of Engineering & Applied Science. 2019. URL: <https://seas.yale.edu/departments/electrical-engineering/undergraduate-study/undergraduate-curriculum-information> (last accessed: 28.07.2019).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

**Порівняльний аналіз світових рейтингів закладів вищої освіти в галузі
«Електрична та електронна інженерія»**

Назва рейтингу, рік та місце ЗВО в рейтингу							
THE (1) 2020 (970 позицій) [World University]		THE (2) 2020 (970 позицій) [World University]		QS 2019 (500 позицій) [QS – Engineering]		ARWU 2019 (500 позицій) [Shanghai]	
1	University of Oxford United Kingdom	1	Stanford University United States	1	Massachusetts Institute of Technology United States	1.	Massachusetts Institute of Technology United States
2	California Institute of Technology United States	2	California Institute of Technology United States	2	Stanford University United States	2.	Stanford University United States
	---	3	Yale University United States	3	ETN Zurich – Swiss Federal Institute of Technology	3.	University of California, Berkeley United States
4	Stanford University United States	4	Massachusetts Institute of Technology United States	4	University of California, Berkeley United States	4.	University of Illinois at Urbana-Champaign United States
5	Massachusetts Institute of Technology United States	5	University of Oxford United Kingdom	5	University of Cambridge	5.	Georgia Institute of Technology Atlanta, Georgia, United States
6	Princeton University United States	6	Princeton University United States	6	Nanyang Technological University, Singapore	6.	Princeton University United States
7	Harvard University United States	7	Harvard University United States	7	Harvard University United States	7.	University of California, Santa Barbara , United States
8	Yale University United States	8	Pekin University China	7	Imperial College London United Kingdom	8.	Tsinghua University China

Продовження додатку А

	---	9	University of Pennsylvania United States	9	EPFL – Ecole Polytechnique Federale de Lausanne	9.	North Carolina State University – Raleigh Northern America, USA
10	Imperial College London United Kingdom	10	Tsinghua University China	9	National University of Singapore Singapore	10.	Swiss Federal Institute of Technology, Zurich
11	University of Pennsylvania United States	11	The University of Tokyo Japan	11	University of Oxford	11.	Purdue University – West Lafayette Northern America, USA
12	Johns Hopkins University United States	12	Columbia University United States	12	Tsinghua University China	12.	Nanyang Technological University, Singapore
13	University of California, Berkeley United States	13	Imperial College London United Kingdom	13	University of California, Los Angeles United States	13.	University of California, San Diego
13	ETH Zurich Switzerland	14	University of California, Los Angeles United States	14	Georgia Institute of Technology Atlanta, Georgia, United States	14.	Rutgers, The State University of New Jersey - New Brunswick
15	UCL United Kingdom	15	University of California, Berkeley United States	15	California Institute of Technology United States	15.	Harvard University United States
16	Columbia University United States	16	Duke University United States	16	Carnegie Mellon University United States	16.	Virginia Polytechnic Institute and State University, Northern America, USA
17	University of California, Los Angeles United States	17	ETH Zurich Switzerland	17	The University of Tokyo Japan	17.	Aalborg University Denmark
18	University of Toronto Canada	18	John Hopkins University United States	18	University of Toronto Canada	18.	Lund University Sweden
19	Cornell University United States	19	Cornell University United States	19	KTH Royal Institute of Technology Sweden	19.	University of Electronic Science and Technology of China

Продовження додатку А

	---	20	University of Michigan-Ann Arbor USA	20	KAIST – Korea Advanced Institute of Science & Technology	20.	University of Michigan-Ann Arbor USA
21	University of Michigan-Ann Arbor United States	21	Lomonosov Moscow State University Russia	20	Technical University of Munich	21.	National University of Singapore
22	Northwestern University United States	22	UCL United Kingdom	22	The Hong Kong University of Science and Technology	22.	University of California, Los Angeles USA
23	Tsinghua University China	23	National University of Singapore	23	Politecnico di Milano	23.	Huazhong University of Science and Technology China
	---	24	New York University United States	24	Delft University of Technology	24.	The University of Texas at Austin USA
25	National University of Singapore Singapore	25	University of Toronto Canada	25	University of Illinois at Urbana-Champaign United States	25.	The Ohio State University – Columbus USA
26	University of Washington United States	26	Northwestern University United States	26	Peking University	26.	Harbin Institute of Technology China
27	Carnegie Mellon University United States	27	Kyoto University Japan	27	Seoul National University	27.	Swiss Federal Institute of Technology Lausanne Switzerland
	---	28	Seoul National University South Korea	28	Shanghai Jiao Tong University	28.	Texas A&M University
29	New York University United States	29	University of Washington United States	29	University of Texas at Austin United States	29.	Columbia University USA
30	University of Edinburgh United Kingdom	30	Paris Sciences et Lettres – PSL Research University Paris France	30	Princeton University United States	30.	Carnegie Mellon University USA
	---		---	30	The University of Hong Kong		---

ДОДАТОК Б

**Мережа закладів освіти США за типом власності та класифікацією Карнегі
в галузі «Електрична та електронна інженерія»**

№	Назва закладу вищої освіти	Підрозділ	Тип власності	Класифікація Карнегі	
				Тип	Підтип
1.	Стенфордський університет	Школа інженерії (School of Engineering)	приватний / некомерційний	докторський університет	дуже висока наукова активність
2.	Массачусетський технологічний інститут	Школа інженерії (School of Engineering) Факультет Department of Electrical Engineering and Computer Science	приватний / некомерційний	докторський університет	дуже висока наукова активність
3.	Каліфорнійський технологічний інститут	Факультет електротехніки (Department of Electrical Engineering)	приватний / некомерційний	докторський університет	дуже висока наукова активність
4.	Єльський університет	Школа інженерії і прикладних наук (School of Engineering and Applied Sciences)	приватний / некомерційний	докторський університет	дуже висока наукова активність
5.	Університет штату Каліфорнії (Берклі)	Факультет електротехніки і комп'ютерних наук (Department of Electrical Engineering and Computer Sciences)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність
6.	Університет штату Каліфорнії (Лос-Анджелес)	Факультет електротехніки і комп'ютерної інженерії (Electrical and Computer Engineering Department)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність

Продовження додатку Б

7.	Іллінойський університет (Урбана-Шампейн)	Коледж інженерії Грейнджера (The Grainger College of Engineering)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність
8.	Технологічний інститут Джорджії	Школа електротехніки і комп'ютерної інженерії (School of electrical and computer engineering)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність
9.	Прінстонський університет	Факультет електротехніки (Department of Electrical Engineering)	приватний / некомерційний	докторський університет	дуже висока наукова активність
10.	Гарвардський університет	Школа інженерії (School of Engineering)	приватний / некомерційний	докторський університет	дуже висока наукова активність
11.	Університет Пенсильванії	Школа інженерії і прикладних наук (School of Engineering and Applied Science)	приватний / некомерційний	докторський університет	дуже висока наукова активність
12.	Університет Джона Гопкінса	Школа інженерії Вайтінга (Whiting School of Engineering)	приватний / некомерційний	докторський університет	дуже висока наукова активність
13.	Колумбійський університет	Школа інженерії і прикладних наук (The Fu Foundation School of Engineering and Applied Science)	приватний / некомерційний	докторський університет	дуже висока наукова активність
14.	Корнелльський університет	Коледж інженерії (College of Engineering)	приватний / некомерційний	докторський університет	дуже висока наукова активність
15.	Університет Мічигану (Енн-Арбор)	Коледж інженерії (College of Engineering)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність

Продовження додатку Б

16.	Північно-західний університет	Школа інженерії і прикладних наук (McCormick School of Engineering & Applied Science)	приватний / некомерційний	докторський університет	дуже висока наукова активність
17.	Вашингтонський університет	Школа комп'ютерної науки й інженерії (Paul G. Allen School of Computer Science & Engineering)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність
18.	Університет Карнегі-Меллон	Коледж інженерії (College of Engineering)	приватний / некомерційний	докторський університет	дуже висока наукова активність
19.	Нью-Йоркський університет	Школа інженерії (Tandon School of Engineering)	приватний / некомерційний	докторський університет	дуже висока наукова активність
20.	Дюкський університет	Школа інженерії (Pratt School of Engineering)	приватний / некомерційний	докторський університет	дуже висока наукова активність
21.	Техаський університет (Остін)	Школа інженерії (Cockrell School of Engineering)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність
22.	Університет штату Каліфорнії (Санта-Барбара)	Факультет електротехніки і комп'ютерної інженерії (Electrical and Computer Engineering Department)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність
23.	Університет Північної Кароліни	Коледж інженерії (College of Engineering)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність
24.	Університет Пердью	Коледж інженерії (College of Engineering)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність
25.	Університет штату Каліфорнії (Сан-Дієго)	Школа інженерії (Jacobs School of Engineering)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність

Продовження додатку Б

26.	Ратгерський університет	Школа інженерії (School of Engineering)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність
27.	Політехнічний інститут і університет Вірджинії	Коледж інженерії (College of Engineering)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність
28.	Університет штату Огайо	Коледж інженерії (College of Engineering)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність
29.	Техаський університет A&M	Коледж інженерії (College of Engineering)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність
30.	Блумсбургський університет	Коледж наук та технологій (College of Science and Technology)	державний	університети та коледжі, що здійснюють підготовку за магістерськими програмами	велика кількість програм
31.	Університет Деврі	Коледж інженерії та інформаційних наук (College of Engineering & Information Sciences)	приватний комерційний	університети та коледжі, що здійснюють підготовку за магістерськими програмами	середня кількість програм
32.	Університет східного Мічигану	Коледж інженерії та технологій (College of Engineering and Technology)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність
33.	Університет Боулінг Грін	Коледж технологій, архітектури та прикладної інженерії (College of Technology, Architecture and Applied Engineering)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність
34.	Університет Ферріс	Колендж інженерних технологій (College of Engineering Technology)	державний	докторський університет	професійний

Продовження додатку Б

35.	Університет Грентем	Коледж інженерії й комп'ютерної науки (College of Engineering and Computer Science)	приватний комерційний	університети та коледжі, що здійснюють підготовку за магістерськими програмами	велика кількість програм
36.	Університет Нью-Мексико	Коледж інженерії (College of Engineering)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність
37.	Університет північного Кентуккі	Коледж мистецтва і точних наук (College of Arts and Sciences)	державний	докторський університет	професійний
38.	Північно-Західний університет Луїзіани	Факультет інженерних технологій (Department of Engineering Technology)	державний	університети та коледжі, що здійснюють підготовку за магістерськими програмами	велика кількість програм
39.	Університет Південної Дакоти	Коледж інженерії ім. Джерома Дж. Лора (Jerome J. Lohr College of Engineering)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність
40.	Державний університет Томаса Едісона	Школа прикладних наук та технологій (School of Applied Science And Technology)	державний	університети та коледжі, що здійснюють підготовку за магістерськими програмами	середня кількість програм
41.	Університет Арканзасу (Лігл-Рок)	Коледж інженерії (College of Engineering)	державний	докторський університет	дуже висока наукова активність
42.	Університет Пуерто-Ріко (Агуаділья)	Факультет електроніки (Department of electronics)	державний	коледжі, що здійснюють підготовку за бакалаврськими програмами	різноманітні галузі
43.	Університет Пуерто-Ріко (Баямон)	Факультет інженерії (Engineering department)	державний	коледжі, що здійснюють підготовку за бакалаврськими програмами	різноманітні галузі

ДОДАТОК В

Опис акредитованих освітніх програм підготовки ступеню «бакалавр» та «магістр» в закладах вищої освіти США (Електрична та електронна інженерія)

Освітній ступінь	Опис	Назва закладу вищої освіти	Підрозділ	Тип власності
Електронна інженерія - Electrical engineering				
BSEE	<ul style="list-style-type: none"> - Комп'ютерна інженерія - Загальна техніка - Мікроелектроніка-VLSI Ядерна енергетика 	Alabama A&M University	Department of Electrical Engineering and Computer Science	державний (історично «етнічні» коледжі та університети)
B.S.	дослідження концептів електрики, електроніки та електромагнетизму та особливості їхнього застосування для генерації електроенергії, розробки складних електричних систем та управління електромеханічними машинами	Anderson University Anderson IN, US	School of science & engineering	приватний, некомерційний (релігійний)
BSE	<ul style="list-style-type: none"> - Мікросхеми - Комунікації, обробка сигналів та системи керування - Комп'ютерна інженерія - Електромагнітні явища - Струм - Напівпровідникові прилади 	Arizona State University	the Ira A. Fulton Schools of Engineering	державний, штат
BSEE	напівпровідникові матеріали і прилади, електромагнітні явища, електрична енергія, електрична машинерія	Arkansas State University Jonesboro, AR, Us	College: College of Engineering & Computer Science Department: Electrical Engineering	державний, штат
BSEE	<ul style="list-style-type: none"> - електрична енергія, - системи керування та роботехніка й - комунікації 	Arkansas Tech University	Department of Electrical Engineering	державний, штат

Продовження додатку В

BEE	Програма включає навчальні дисципліни з семи галузей: схемний аналіз, комунікації, системи керування, проектування цифрових комп'ютерів, електроніка, електромагнітні явища, енергетичні системи	Auburn University	Samuel Ginn College of Engineering	державний, штат
B.S.	В описі програми електротехніка визначається як широка галузь, що включає мікроелектроніку, фотоніку, комп'ютерну інженерію, обробку сигналів, системи керування, обробку і передачу інформації	Yale University	School of Engineering and Applied Sciences	приватний
BSEE	Розробка, створення, тестування, управління та виробництво електричного та електронного обладнання	Baker College	College of Engineering and Information Technology	приватний неприбутковий
BS	рішення складних і технічних питань, пов'язаних з виробництвом або впровадженням електричного та електронного обладнання. Вони розробляють менші, швидші комп'ютерні процесори та такі продукти, як iPod, HDTV, доплерівський радар, фетальний монітор, всесвітня мережа та передова мікроелектроніка.	Boise State University	College of Engineering	державний, штат

Продовження додатку В

BS	від робототехніки до медичної візуалізації.	Boston University	College of Engineering	приватний дослідницький
BS	знання та навички для кар'єри в галузі машинобудування, маркетингу, продажів, досліджень та інших галузей, орієнтованих на електроніку	Bradley University	Caterpillar College of Engineering and Technology	приватний
BS	основні знання та навички для кар'єри в галузі машинобудування, маркетингу, продажів, досліджень та інших галузей, орієнтованих на електроніку	Brigham Young University		приватний (релігійний)
BS	використання електрики та електроніки новими способами, щоб допомогти вирішити деякі найбільші наукові проблеми у світі	Brigham Young University - Idaho	College of Physical Sciences and Engineering Department of Computer Science and Electrical Engineering	приватний
Bs	Інженери-електрики проектують та виготовляють комп'ютерне обладнання; датчики; біомедичний інструментарій; системи зв'язку; системи управління; радіолокаційне та навігаційне обладнання, а також обладнання для виробництва енергії та рушійні системи	Brown University	School of Engineering	приватний
BS	Електричні / електронні системи	Bucknell University	College of Engineering	приватний

Продовження додатку В

Electrical Science and Engineering				
B.S.	Опис програми вказує основні галузі, на яких вона фокусується: мікросхеми і прилади; матеріали і нанотехнології, обробку і передачу інформації; обробка сигналів та системи керування, прикладна фізика	MIT	Department of Electrical Engineering and Computer Science	приватний
Electrical/Electronics Engineering technology				
BS EET	Електричні / електронні системи	Ferris State university	College of Engineering Technology	державний
Electronics Engineering Technology				
BS EEE	Електричні / електронні системи	Bloomsburg University	College of Science and Technology	державний
BSEE	Електричні / електронні системи	DeVry University	College of Engineering & Information Sciences	приватний комерційний
BSEE	Електричні / електронні системи	Eastern Michigan University	College of Engineering and Technology	державний
Electrical Engineering with Computer Engineering option				
BEE	основні знання та навички електротехніки з додатковим акцентом на розробці комп'ютерів та програмного забезпечення. Оскільки світові технології розвиваються до більш програмно керованих пристроїв та систем, цей ступінь готує вас до проектування та поєднання складних апаратних та програмних рішень.	Bradley University	Caterpillar College of Engineering and Technology	приватний

Продовження додатку В

Electrical and Computer Engineering				
BS E.C.E.	системи для літаків та космічних кораблів, включаючи РАДАР, голосовий зв'язок та передачу даних та електроенергію для цих систем, а також засоби управління польотом та прилади (висота, швидкість повітря тощо); мобільні пристрої та бездротові мережі, що їх підключають	Baylor University	School of Engineering and Computer Science	приватний (християнський)
Electronics and Computer Engineering Technology				
BSECET	електронні компоненти такі як транзистори, елементарні мотори, контрольно-вимірювальні схеми; програмовані логічні контролери на зразок тих, що використовуються на складальних лініях; комп'ютерні та цифрові схеми; схеми електронного зв'язку, такі як у телевізорах, радіо- та бездротових додатках та комп'ютерних мережах.	Bowling Green State University	College of Technology, Architecture and Applied Engineering	державний

Продовження додатку В

Electrical Engineering				
MS/MSE	<ul style="list-style-type: none"> - Системи управління - Електромагнітні, антени та мікрохвильові схеми - Проєктування електронних та змішаних сигналів - Електроенергетичні та енергетичні системи - Фізична електроніка та фотоніка - Обробка сигналів та зв'язок 	Arizona State University	Ira A. Fulton Schools of Engineering	державний, штат
MS	<ul style="list-style-type: none"> - Системи управління і роботехніка; - Обробка цифрових сигналів і передача та обробка інформації; - Радіотехніка; - Моделювання та аналіз електромагнітних процесів - Мікроелектроніка та мікроелектромеханічні системи - Магнітно-резонансна томографія - Силкові устаткування - Цифрові системи - Комп'ютерна інженерія 	Auburn University	Samuel Ginn College of Engineering	державний, штат

ДОДАТОК Г.1

**Вимоги до абітурієнтів та здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» в
закладах вищої освіти США (галузь «Електрична та електронна інженерія»)**

Назва закладу вищої освіти	Назва спеціальності та тривалість	Вимоги до абітурієнтів та здобувачів
Массачусетський технологічний інститут	Електротехнічна наука й інженерія (3 роки)	<p><i>Вимоги до абітурієнтів:</i> 17 предметів, до яких входять предмети природничо-наукового циклу (6 предметів), циклу мистецьких, гуманітарних та соціальних наук (8), два з яких повинні стосуватися комунікативних вмінь, курси за вибором з науки та технологій і лабораторна робота (12 кредитів). Загальні вимоги включають особливий пункт, що стосується рівня сформованості комунікативних вмінь, свідченням чого є оволодіння не менше, ніж однією дисципліною двома дисциплінами, що входять до циклу «Інтенсивний курс розвитку комунікативних вмінь з обраної спеціалізації». Обов'язковою умовою є вміння плавати та 4 курси з фізичної культури.</p> <p><i>Вимоги до здобувачів освітнього ступеня «бакалавр».</i> Загальна кількість кредитів, необхідних для отримання ОКР, – 180 кредитів, при чому сюди не входять кредити з 17 предметів, обов'язкових для вступників.</p>
Стенфордський університет	Електротехніка (4 роки)	<p><i>Вимоги до абітурієнтів:</i> основний критерій – успіхи в навчанні; відсутній встановлений мінімальний середній бал успішності і мінімальний бал із курсів з поглибленим вивченням;</p> <p><i>Вимоги до здобувачів освітнього ступеня «бакалавр»</i> включають 100 кредитів: 40 кредитів із математичних та природничих дисциплін, 60 кредитів із дисциплін інженерного циклу (10 кредитів - фундаментальні інженерні дисципліни; 16 кредитів - основні курси з електротехніки; 17 кредитів – дисципліни спеціальності; 17 кредитів – елективні курси).</p>
Єльський університет Школа інженерії і прикладних наук	Електротехніка (4 роки)	<p><i>Вимоги до абітурієнтів:</i> перелік з 4 математичних предметів а 2 фізичних. Крім цього, здобувачі повинні опанувати 4 дисципліни з математики та фундаментальних наук, а також 13 курсів з електротехніки та пов'язаних з нею дисциплін.</p> <p><i>Вимоги до здобувачів освітнього ступеня «бакалавр»</i> чотири курси за вибором, один з яких може бути виконання самостійного науково-дослідницького проєкту.</p>
	Електротехніка і комп'ютерна наука (4 роки)	<p><i>Вимоги до абітурієнтів:</i> перелік 4 математичних предметів а 2 фізичних. Крім цього, здобувачі повинні опанувати 15 курсів дисциплін спеціальності, 1 з математики, 4 елективних курсів підвищеного рівня (300- або 400-рівневі): 2 з електротехніки і 2 з комп'ютерної науки .</p>
Блумсбургський університет	Технології електронної інженерії (4,5 роки)	<p><i>Вимоги до здобувачів освітнього ступеня «бакалавр»:</i> 120 кредитів з накопиченим середнім балом успішності не менше 2.00 з усіх обов'язкових курсів; ценз навчання в закладі – 30 із останніх 45 кредитів; Крім цього, протягом навчання існують попередні вимоги до певних дисциплін.</p>

Продовження додатку Г.1

Боулінг Грін	Технології електроніки та комп'ютерної інженерії (4-5років)	<i>Вимоги до здобувачів освітнього ступеня «бакалавр»:</i> курси з гуманітарних, мистецьких та суспільних наук, зокрема: основи написання творів та усного спілкування, математична грамотність, культурне різноманіття, наукове письмо загальною кількістю кредитів не менше 36. Загальний середній бал з курсів, які вивчаються до вступу повинен бути не менше 2.25, і не менше 2.5 за курси, які вивчаються за освітньою програмою. Завершений курс комбінованого навчання. Бал не менше, ніж C, з 8 курсів, серед яких дисципліни фундаментального циклу (математика, фізика, і т. ін.) та фахові (електричні та електронні системи, електронні мікросхеми, цифрові електронні комп'ютерні системи і т. ін.). Загальна кількість кредитів, необхідних для отримання ступеня – 124 кредити.
Університет Деврі	Технології електронної інженерії (4,5 років)	<i>Вимоги до здобувачів освітнього ступеня «бакалавр»:</i> стосуються знань математики й англійської. Абітурієнти повинні відповідати одній із опцій: а) з математики не менше 500 балів стандартизованого іспиту «Академічний оціночний тест» (SAT) або 17 балів «Американського тестування (ACT) та з читання 25 балів SAT або 17 балів ACT; б) ступінь асоціата або вище із закладу вищої освіти, визнаного Університетом Деврі; в) результати іспиту Університету Деврі: з математики – арифметика 92 бали, алгебра 50 балів; з англійської - письмо 02 бали, читання 75 балів. Загальна кількість кредитів, необхідних для отримання ступеня, – 139 кредитів. Середній сумарний бал успішності не менше 2.00.
Університет Східного Мічигану	Технології електронної інженерії	<i>Вимоги до здобувачів:</i> обов'язкове виконання загальноосвітньої програми із 7 курсів; 8 кредитів фізичної культури; обов'язкове виконання інтенсивного курсу з письма; <i>Вимоги до здобувачів освітнього ступеня «бакалавр»:</i> 124 кредитів із рівнем, не нижче 100 та з накопиченим середнім балом успішності не нижче 2.0. Не менше 15 кредитів із 300-рівневих (або вищого рівня) курсів, які читаються у закладі. Ценз навчання у закладі: не менше 30 кредитів; не менше 10 кредитів із останніх 30
Університет штату Ферріс	Технології електротехніки й електронної інженерії	<i>Вимоги до абітурієнтів:</i> ступінь асоціата або еквівалентний ступінь із супутньої спеціальності з курсами з математики та початків аналізу із середнім сумарним балом не менше 2.35; <i>Вимоги до здобувачів освітнього ступеня «бакалавр»:</i> вимоги загальноосвітню програму «Оновлена загальноосвітня програма», середній сумарний бал не менше 2.00; 40 кредитів із дисциплін 300/400-рівня; ценз навчання в закладі 30 кредитів; загальна кількість кредитів 120; бал із двох предметів практично-професійної підготовки з розширенням «ECNS» («Електронні комунікаційні мережі») та «ЕЕЕТ» («Технології електротехніки й електронної інженерії») не менше C
Університет Арканзасу (Літл-Рок)	Електротехніка та системотехніка комп'ютера (4 роки)	<i>Вимоги до абітурієнтів:</i> умови автоматичного вступу: 19 балів з «Американського тестування (ACT) або 1010 балів з «Академічного оціночного тесту» (SAT); середній бал успішності 2.5; виконання 16 кредитів із дисциплін річної підготовчої програми коледжу (4 кредити англійської з фокусом на писемних вміннях; 3 кредити природничих наук (біологія, хімія або фізика); 4 кредити математики, 3 кредити соціальних наук, 2 кредити елективів (англійська, іноземні мови, усна комунікація, математика, інформатика, природничі науки, вступ до інженерії та соціальні науки); зарахування за певних умов: 18 балів з «Американського тестування (ACT) або 15 балів з «Американського тестування (ACT) та середній бал успішності 2.6 або 15 балів з «Американського тестування (ACT) та не більше п'яти предметів річної підготовчої програми коледжу з оцінкою «D» або «F». <i>Вимоги до здобувачів освітнього ступеня «бакалавр»:</i> 128 кредитів

Продовження додатку Г.1

Університет Арканзасу (Лігл-Рок)	Електроніка й технології комп'ютерної інженерії (4 роки)	<p><i>Вимоги до абітурієнтів:</i> умови автоматичного вступу: 19 балів з «Американського тестування (ACT) або 1010 балів з «Академічного оціночного тесту» (SAT); середній бал успішності 2.5; виконання 16 кредитів із дисциплін річної підготовчої програми коледжу (4 кредити англійської з фокусом на писемних вміннях; 3 кредити природничих наук (біологія, хімія або фізика); 4 кредити математики, 3 кредити соціальних наук, 2 кредити елективів (англійська, іноземні мови, усна комунікація, математика, інформатика, природничі науки, вступ до інженерії та соціальні науки); зарахування за певних умов: 18 балів з «Американського тестування (ACT) або 15 балів з «Американського тестування (ACT) та середній бал успішності 2.6 або 15 балів з «Американського тестування (ACT) та не більше п'яти предметів річної підготовчої програми коледжу з оцінкою «D» або «F».</p> <p><i>Вимоги до здобувачів освітнього ступеня «бакалавр»:</i> 125 кредитів</p>
Університет Грентем	Технології електронної інженерії (38 місяців)	<p>Копія документа, що посвідчує закінчення середньої школи чи коледжу; академічна довідка; 60 кредитів курсів, завершених на попередньому рівні навчання; середній бал успішності 3.0; іспит «Американське тестування» (ACT) або «Академічний оцінювальний тест» (SAT);</p> <p><i>Вимоги до здобувачів освітнього ступеня «бакалавр»:</i> 120 кредитів та середній сумарний бал 2.0</p>
Університет штату Каліфорнії (Лос-Анджелес)	Електротехніка (4 роки)	<p><i>Вимоги до абітурієнтів:</i> свідоцтво про основну загальну освіту або Каліфорнійський іспит перевірки академічної успішності в середній школі (California High School Proficiency Examination); мінімальний індекс відповідності, достатній для атестації (індекс вираховується на основі середнього балу успішності та балів з «Академічного оціночного тесту» (SAT) або «Американського тестування (ACT)»; бал «C» з кожного з курсів, які входять до переліку підготовчих курсів загальною вартістю 15 кредитів: 2 кредити соціальних наук, 4 кредити англійської мови; 3 кредити математики; 2 кредити біології або фізики з лабораторними практикумами; 2 кредити іноземної мови; 1 кредит із дисциплін мистецького циклу (візуальні або видовищні види мистецтва), 1 кредит елективного курсу (англійська мова, математика підвищеного рівня. Соціальні науки, природничі науки з лабораторними практикумами, історія, іноземна мова і т. ін.).</p> <p><i>Вимоги до здобувачів освітнього ступеня «бакалавр»:</i> 122 кредити</p>

ДОДАТОК Г.2

**Вимоги до абітурієнтів та здобувачів освітнього ступеня «магістр» в
закладах вищої освіти США (галузь «Електрична та електронна інженерія»)**

Назва закладу вищої освіти	Назва спеціальності та тривалість	Вимоги до абітурієнтів	Вимоги до здобувачів
Стенфордський університет	Електротехніка 1,5 – 2 роки (не більше 3 років); без відриву від виробництва 3 – 5 років	ступінь бакалавра із високим рівнем підготовки в галузі інженерії, фізичних наук або математичних наук; Загальний вступний іспит на другий рівень вищої освіти (Graduate Record Exam General test); не встановлений мінімальний середній бал успішності та загального вступного іспиту	45 кредитів; переважна кількість курсів 300-400 рівня; середній бал успішності 3.0; 12 кредитів із курсів з мінімальним рівнем 300, що забезпечують глибину підготовки; 9 кредитів із курсів з мінімальним рівнем 200, що забезпечують багатопрофільність підготовки; 15 кредитів із 200-рівневих курсів технічного циклу (інженерії, природничих наук, математики і статистики); 9 кредитів з будь-яких інших 100-рівневих курсів, які відносяться до спеціальності
Університет Арканзасу (Літл-Рок)	Системотехніка 1,5 – 2 роки	Середній бал успішності 3.0-3.3. з останніх дисциплін бакалаврської програми вартістю 60 кредитів Загальний вступний іспит на другий рівень вищої освіти (Graduate Record Exam General test): 140 балів з вербального мислення; 155 балів з кількісного мислення та 3.5 з аналітичного письма.	31 кредит; середній бал успішності 3.0 та мінімальний бал «В» з усіх курсів магістерської програми; успішний захист плану магістерської роботи або плану дослідницько-конструкторської роботи; успішний захист магістерської роботи або дослідницько-конструкторської роботи
Університет Каліфорнії (Лос-Анджелес)	Електротехніка до 7 років	Середній бал успішності 3.0 з дисциплін бакалаврської програми	30 кредитів з дисциплін магістерської програми, з них 18 кредитів з курсів рівня 5000; виконання магістерської дипломної роботи або кваліфікаційний іспит
Університет Каліфорнії (Берклі)	Електротехніка та комп'ютерні науки (MS/Ph.D) 3/5 років	Середній бал успішності 3.0 з дисциплін бакалаврської програми; Загальний вступний іспит на другий рівень вищої освіти (Graduate Record Exam General test)	Рівень успішності мінімум «В» з курсів магістерської програми, середній накопичений загальний бал 3.0 накопичений бал 3.5 з дисциплін технічного циклу; з усіх дисциплін; середній та виконання магістерського дослідницького проекту

Продовження додатку Г.2

Університет Каліфорнії (Берклі)	Електротехніка та комп'ютерні науки (MS) 2 роки	Середній бал успішності 3.0 з дисциплін бакалаврської програми; Загальний вступний іспит на другий рівень вищої освіти (Graduate Record Exam General test)	24 кредити (10 кредитів дисципліни спеціалізації 200 рівня; 4-10 кредитів самостійного дослідження) Середній бал успішності 3.0, середній бал успішності з елективних технічних дисциплін 3.5;
Університет Каліфорнії (Берклі)	Магістр інженерії 1 рік	Середній бал успішності 3.0 з дисциплін бакалаврської програми; Загальний вступний іспит на другий рівень вищої освіти (Graduate Record Exam General test)	Рівень успішності мінімум «В» з курсів магістерської програми, середній накопичений загальний бал 3.0 накопичений бал 3.5 з дисциплін технічного циклу; з усіх дисциплін; середній та виконання магістерського дослідницького проєкту
Університет Каліфорнії (Берклі)	Електротехніка та комп'ютерні науки 1 рік	Середній бал успішності 3.0 з дисциплін бакалаврської програми; Загальний вступний іспит на другий рівень вищої освіти (Graduate Record Exam General test)	Рівень успішності мінімум «В» з курсів магістерської програми, середній накопичений загальний бал 3.0 накопичений бал 3.5 з дисциплін технічного циклу; з усіх дисциплін; середній та виконання магістерського дослідницького проєкту
Університет Каліфорнії (Берклі)	Державна політика та інжиніринг 1 рік	Середній бал успішності 3.0 з дисциплін бакалаврської програми; Загальний вступний іспит на другий рівень вищої освіти (Graduate Record Exam General test)	Накопичений загальний бал 3.0 накопичений бал 3.5 з дисциплін технічного циклу; з усіх дисциплін; середній та виконання магістерського дослідницького проєкту
Університет Каліфорнії (Лос-Анджелес)	Електротехніка 1 рік	87 кредитів із дисциплін бакалаврської програми; середній бал успішності 3.0 з останніх дисциплін бакалаврської програми вартістю 60 кредитів; виконання фундаментальних дисциплін бакалаврської програми з електротехніки з балом 2.0; виконання умови випускного писемного тестування (graduation writing assessment)	129 кредитів з дисциплін бакалаврської програми; 30 кредитів із дисциплін магістерської програми (з можливістю дублювання 9 кредитів із елективних курсів)ж середній бал успішності 2.0 з курсів бакалаврської програми та 3.0 з курсів магістерської програми ⁴

Продовження додатку Г.2

Массачусетський технологічний інститут	Магістр інженерії 5 років і 6 місяців	Ступінь бакалавра з «Електротехнічна наука й інженерія», «Електротехніка й комп'ютерні науки», «Комп'ютерна наука й інженерія» («Комп'ютерна наука й молекулярна біологія»); Середній бал успішності 4.25 з дисциплін бакалаврської програми технічного циклу; 96 кредитів з дисциплін спеціальності (24 кредити з дисциплін вищого рівня; загальний сумарний бал 4.0; одна науково-дослідна робота; три рекомендаційні листи	180 кредитів з бакалаврської освітньої програми 90 кредитів з дисциплін магістерської програми, що включають 66 кредитів з курсів (з них - 42 кредити із дисциплін, що відносяться до затвердженого переліку курсів магістерської програми підвищеного рівня) і 24 кредити за виконання кваліфікаційної роботи; рівень успішності не нижче «В» з усіх дисциплін магістерської програми; виконання вимог професійної компетентності, які передбачають лист-підтвердження від роботодавця про успішне проходження практики та виконання спеціального тесту.
Массачусетський технологічний інститут	Магістр інженерії з опцією написання магістерської дисертації й виробничого сегменту Master of Engineering Thesis Program with Industry (MEng) 5 років – 5 років і 6 місяців	Ступінь бакалавра з «Електротехнічна наука й інженерія», «Електротехніка й комп'ютерні науки», «Комп'ютерна наука й інженерія» («Комп'ютерна наука й молекулярна біологія») Середній бал успішності 4.25 з дисциплін бакалаврської програми технічного циклу; 96 кредитів із курсів спеціалізації; один основний курс з інформатики та один основний курс із біологічних наук; загальний середній бал успішності з дисциплін семестру, наприкінці якого подається заява про отримання статусу здобувача ступеня «магістр»; одна науково-дослідна робота; рекомендаційний лист від представника факультету або промисловості	180 кредитів з дисциплін бакалаврської програми, 90 кредитів з дисциплін магістерської програми, що включають 66 кредитів з курсів (з них - 42 кредити із двох дисциплін, що відносяться до затвердженого переліку спеціалізованих курсів магістерської програми підвищеного рівня) і 24 кредити за виконання кваліфікаційної роботи; рівень успішності не нижче «В» з усіх дисциплін магістерської програми та середній бал успішності 4.0; виконання вимог професійної компетентності, які передбачають лист-підтвердження від роботодавця про успішне проходження практики та виконання спеціального тесту.

Продовження додатку Г.2

Массачусетський технологічний інститут	Магістр інженерії 5 років – 5 років і 6 місяців	Середній бал успішності 4.25 з дисциплін бакалаврської програми технічного циклу; 96 кредитів із курсів спеціалізації; один основний курс з інформатики та один основний курс із біологічних наук; загальний середній бал успішності з дисциплін семестру, наприкінці якого подається заява про отримання статусу здобувача ступеня «магістр»; одна науково-дослідна робота; рекомендаційний лист від представника факультету або промисловості	180 кредитів з дисциплін бакалаврської програми, 90 кредитів з дисциплін магістерської програми, що включають 66 кредитів з курсів (з них - 42 кредити із двох дисциплін, що відносяться до затвердженого переліку спеціалізованих курсів магістерської програми підвищеного рівня) і 24 кредити за виконання кваліфікаційної роботи; рівень успішності не нижче «В» з усіх дисциплін магістерської програми та середній бал успішності 4.0; виконання вимог професійної компетентності, які передбачають лист-підтвердження від роботодавця про успішне проходження практики та виконання спеціального тесту.
-----------------------------------------------	----------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ДОДАТОК Д

**Співвідношення обов'язкових та вибірових дисциплін в програмах
підготовки освітнього ступеню «бакалавр» та «магістр» (галузь «Електрична
та електронна інженерія»)**

Назва закладу вищої освіти	Назва спеціальності	Обов'язкові дисципліни		Вибіркові дисципліни		Загальна кількість
		Кількість	%	Кількість	%	
Массачусетський технологічний інститут	Електротехнічна наука й інженерія (3 роки)	17	81,0	4	19,0	21
Єльський університет Школа інженерії і прикладних наук	Електротехніка (4 роки)	17	81,0	4	19,0	21
	Електротехніка і комп'ютерна наука (4 роки)	17	80,0	4	20,0	21
Блумсбургський університет	Технології електронної інженерії (4,5 роки)	26	72,0	10	28,0	36
Університет Боулінг Грін	Технології електроніки та комп'ютерної інженерії (4-5 років)	31	86,1	5	13,9	36
Університет Бакнел	Електротехніка (4 роки)	22	66,7	11	33,3	33
Університет Східного Мічигану	Технології електронної інженерії (4 роки)	34	79,0	9	21,0	43
Університет Ферріс	Технології електротехніки й електронної інженерії (4 роки)	29	70,7	12	29,3	41
Каліфорнійський технологічний інститут	Електротехніка (4 роки)	31/32	73,8 / 74,4	11/11	26,2 / 25,6	42/43
Стенфордський університет	Електротехніка (4 роки)	34	79,0	9	21,0	43
Каліфорнійський технологічний інститут	Електротехніка (4 роки)	33	70,0	14	30,0	47
Університет Арканзасу (Літл-Рок)	Електротехніка та системо техніка комп'ютера	18	90,0	2	10,0	20
	Електроніка й технології комп'ютерної інженерії	17	89,4	2	9,6	19
	Магістр: Системотехніка	19/16	60,0	12/15	40,0	31
Університет Грентем	Технології електронної інженерії (38 місяців)	27	77,1	8	22,9	35
Університет штату Каліфорнії (Лос-Анджелес)	Електротехніка 4 роки	34	19,0	7	81,0	41
	Магістр: Електротехніка	6	60,0	4	40,0	10

ДОДАТОК Е

Каталог закладів вищої освіти України, які здійснюють підготовку фахівців з електроніки

	Заклад освіти та сайт	Бакалавр	Магістр	Підрозділ, який здійснює підготовку	Освітні програми (вступна кампанія 2020 р.) (https://vstup.osvita.ua/spec/)
1.	Вищий навчальний заклад "Відкритий міжнародний університет розвитку людини "Україна" https://uu.edu.ua/	+	+	---	Ліцензія , набір не проводиться
2.	Державний університет телекомунікацій http://www.dut.edu.ua/ua/	+	-	---	Ліцензія, набір не проводиться
3.	Київський національний університет імені Тараса Шевченка http://www.univ.kiev.ua/ua/	+	-	Інститут високих технологій Кафедра теоретичних основ високих технологій	Електроніка (високі технології), з поглибленим вивченням біологічних і хімічних наук (Б)
4.	Київський національний університет технологій та дизайну https://knutd.edu.ua/	+	+	Навчально-науковий інститут інженерії та інформаційних технологій	Електронні пристрої та системи (Б) Електронні системи (М)
5.	Національний авіаційний університет https://nau.edu.ua/	+	+	Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій	Електронні технології інтернету речей (Б) Комп'ютеризовані засоби моніторингу використання частотного ресурсу (Б) Електронні прилади та пристрої (М) Електронні системи(М)
6.	Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» https://kpi.ua/	+	+	Факультет електроніки	Акустичні електронні системи та технології обробки акустичної інформації (Б/М); Електронні компоненти і системи (Б/М); Електронні прилади та пристрої (Б/М); Електронні системи мультимедіа та засоби Інтернету речей (Б/М)
7.	Вінницький національний технічний університет https://vntu.edu.ua/	+	+	Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем	Електроніка (Б/М)

Продовження додатку Е

8.	Луцький національний технічний університет http://lutsk-ntu.com.ua/uk	+	+	Технологічний факультет	Електроніка (Б/М)
9.	Державний вищий навчальний заклад "Ужгородський національний університет" https://www.uzhnu.edu.ua/	+	+	Інженерно-технічний факультет	Електронні системи (Б/М)
10.	Запорізький національний університет https://www.znu.edu.ua/	+	+	Факультет енергетики, електроніки та інформаційних технологій	Електроніка (Б/М)
11.	Державний вищий навчальний заклад "Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника" https://pnu.edu.ua/	+	+	Фізико-технічний факультет	Комп'ютерне проектування інтегральних схем (Б) Автомобільна електроніка (М)
12.	Львівський національний університет імені Івана Франка https://www.lnu.edu.ua/	+	-	Природничий коледж	Електроніка/Конструювання, виготовлення та технічне обслуговування виробів електронної техніки (молодший спеціаліст)
13.	Національний університет "Львівська політехніка" https://lpnu.ua/	+	+	Інститут телекомунікацій, радіоелектроніки та електронної техніки	Електроніка (Б) Електронні прилади та пристрої (М)
14.	Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова http://www.nuos.edu.ua/	+	+	Навчально-науковий інститут автоматики і електротехніки	Електронні системи (Б/М) Телекомунікаційні системи та мережі (М)
15.	Вищий навчальний заклад "Одеська державна академія технічного регулювання та якості" http://www.nuos.edu.ua/	+	+	Навчально-науковий інститут метрології, автоматизації, інтелектуальних технологій та електроніки	Електроніка та комп'ютерна діагностика автомобілів (Б) Електроніка (М)
16.	Одеський національний політехнічний університет https://opu.ua/	+	+	Інститут інформаційної безпеки, радіоелектроніки та телекомунікацій	Електронно-обчислювальна техніка (Б/М)
17.	Сумський державний університет https://sumdu.edu.ua/uk/	+	+	Факультет електроніки та інформаційних технологій	Електронні інформаційні системи (Б/М) Електронні системи та компоненти (Б/М)
18.	Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут" https://www.kpi.kharkov.ua/ukr/	+	+	Навчально-науковий інститут енергетики, електроніки та електромеханіки	Електроніка (Б/М)

Продовження додатку Е

19.	Харківський національний університет радіоелектроніки https://nure.ua/	+	+	Факультет електронної та біомедичної інженерії -- Факультет інформаційних радіотехнологій і технічного захисту інформації	Електронні пристрої та системи (Б) Електронні прилади та пристрої (М) -- Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа (Б/М)
20.	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича http://www.chnu.edu.ua/	+	+	Інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук	Електроніка (Б) Електроніка (Електронні прилади та пристрої)(М)
21.	Чернігівський національний технологічний університет https://www.stu.cn.ua/	+	+	ННІ Електронних та інформаційних технологій	Електроніка роботизованих систем та комплексів (Б)
22.	Дніпровський державний технічний університет https://www.dstu.dp.ua/	+	+	Факультет електроніки та комп'ютерної техніки	Електроніка (Б/М)
23.	Державний вищий навчальний заклад "Донецький національний технічний університет" https://donntu.edu.ua/	+	+	Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, електроінженерії та радіоелектроніки	Електронні пристрої та системи (Б) Електроніка (М)
24.	Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля https://snu.edu.ua/	+	+	Факультет інформаційних технологій та електроніки	Електроніка (Б/М)
25.	Кременчуцький льотний коледж Харківського національного університету внутрішніх справ http://klk.univd.edu.ua/uk	+	-	Кременчуцький льотний коледж	Електронні апарати банківських систем (Б)
26.	Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського http://www.kdu.edu.ua/	+	-	Факультет електроніки та комп'ютерної інженерії	Технологія, обладнання та виробництво електронної техніки (Б)
27.	Конотопський інститут Сумського державного університету https://ki.sumdu.edu.ua/	+	-	Конотопський інститут	Електронні інформаційні системи (Б)

ДОДАТОК Ж

Зразок анкети для студентів 4 курсу спеціальності «Електроніка»

QUESTIONNAIRE

PART A. Undergraduate Engineering Students' Perceptions of Learning Outcomes in Academic Disciplines

Questions		Strongly agree	Agree	Neither agree, nor disagree	Disagree	Strongly disagree
Q1	I know what knowledge lecturers expect me to gain by the end of their course.					
Q2	I know what skills lecturers expect me to develop by the end of their course.					
Q3	I know where to find the learning outcomes for the course I study.					
Q4	Documents that contain course learning outcomes are easily accessed.					
Q5	I understand how my knowledge and skills will be assessed throughout the course.					
Q6	I understand how the course content helps me to gain new knowledge and develop skills.					
Q7	I can track my progress throughout the course.					
Q8	I believe that the number of points distributed per each course task is balanced and reasonable.					
Q9	If I am aware of my learning outcomes at the beginning of the course, I better perform throughout the course.					
Q10	When I understand how course content and tasks are related to my learning outcomes, I better perform throughout the course.					

PART B: National Higher Education Standard in Electronics (Ukraine, 2018): Undergraduate Students' Perceptions of Expected Learning Outcomes


Outcomes	Can-do statements	Yes	Not sure	No	Comments
O1	I can describe the principle of operation using scientific concepts, theories and methods, and test results when designing and applying electronics tools, devices and electronic systems.				
O2	I can apply knowledge and understanding of differential and integral calculus, algebra, functional analysis of real and complex variables, vectors and matrices, vector calculus, differential equations in ordinary and partial derivatives, Fourier transforms, statistical analysis, information theory, numerical methods for solving theoretical and applied problems of electronics.				
O3	I can find solutions to practical problems of electronics through application of relevant models and theories of electrodynamics, analytical mechanics, electromagnetism, statistical physics, and solid state physics.				
O4	I can evaluate the characteristics and parameters of electronic materials, understand the basics of solid-state electronics, electrical engineering, analogue and digital circuits, transformers and microprocessors.				
O5	I can use information and communication technologies, applied and specialized software products for solving tasks in design and setting of electronic systems, demonstrate the skills of programming, analysis as well as displaying measurement and control results.				
O6	I can apply experimental skills (knowledge of experimental methods and procedures for conducting experiments) to test hypotheses and study electronics phenomena, I am able to use standard equipment, plan, compose circuits; analyze, model and critically evaluate the results.				
O7	I can analyze sophisticated digital and analogue information and measurement systems with advanced computer and telecommunications network architecture, taking into account the specification of selected electronics and related technical documentation.				
O8	I can identify and specify mathematical models of technological objects while developing new complex electronic systems in a computer environment and when choosing the best solution.				
O9	I can design sophisticated real-time systems as well as data collection and processing tools in order to meet the specified media and software by using software for microcontroller based embedded systems.				

Продовження додатку Ж

O10	I can develop technical means for constructing and diagnosing the technical condition of electronic devices and systems, organize and carry out routine and unscheduled repair, debugging and reconfiguration of electronic equipment in accordance with current production requirements.				
O11	I can justify the regulatory framework for the introduction of electronic devices and systems; evaluate the benefits of engineering development, its environmental friendliness and safety; defend one's world views and beliefs within business or social activities.				
O12	I can use documentation related to professional activity, using modern technologies and office equipment; use English, including special terminology, for communication with specialists, resources search as well as reading texts on technical and professional topics.				
O13	I can acquire new knowledge, apply advanced technologies and innovations, find new unconventional solutions and means of their implementation; meet the requirements regarding flexibility in overcoming obstacles and achieving goals, efficient timing, discipline, responsibility for my decisions and activities.				
O14	I can adhere to the norms of modern Ukrainian language for business and professional purposes.				
O15	I can demonstrate skills working independently and in a team, leadership skills, organize work within limited time with a focus on professional responsibility.				
O16	I can apply theories of stochastic processes, methods of statistical data processing and analysis when solving professional tasks.				
O17	I can demonstrate experimental research skills, related to professional activity; improve measurement techniques; control the accuracy of the results obtained; systematize and analyze experimentally obtained data.				
O18	I can apply methods of mathematical modeling and electronic systems optimization for the development of automated and robotic production complexes.				

ДОДАТОК К

ПОГОДЖЕНО

Проректор з
навчальної роботи

 А.Г. Гудманян
« 05 » 2020 р.
В.П. Харченко
05 2020 р.

АКТ

про впровадження результатів дисертаційного дослідження Павленко Ольги В'ячеславівни «Професійна підготовка фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США» на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

Комісія у складі:

Голови комісії	ЯГОДЗІНСЬКОГО Сергія Миколайовича	– декана факультету лінгвістики та соціальних комунікацій Національного авіаційного університету, д-ра філос. наук, професора
членів комісії:	АЛПАТОВОЇ Олександри Валентинівни КОКАРЄВОЇ Анжеліки Миколаївни	– заступника декана з навчальної роботи, канд. психол. наук, доцента – заступника декана з науково-методичної та міжнародної діяльності, канд. пед. наук, доцента,

яка діє на підставі розпорядження декана факультету лінгвістики та соціальних комунікацій Національного авіаційного університету від 05.07.2019 № 12.117/роз, засвідчує, що результати дисертаційного дослідження Павленко О.В. «Професійна підготовка фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США» протягом 2019-2020 н. р. було впроваджено в освітній процес з підготовки майбутніх викладачів закладу вищої технічної освіти під час реалізації Освітньо-професійної програми «Інноваційні педагогічні технології в закладах вищої технічної освіти» другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 011 «Освітні, педагогічні науки». Так, зокрема під час викладання навчальних курсів «Моделювання освітньої та професійної підготовки фахівця» та «Методика викладання технічних дисциплін в університеті» були використані результати наукового пошуку здобувачки щодо організаційно-педагогічних засад професійної підготовки фахівців з електроніки у США (широкопрофільність, практична зорієнтованість, застосування моделей вертикальної та горизонтальної інтеграції); з виокремлення основних принципів формування змісту американських освітньо-професійних програм (цілісність, елективність, гнучкість, індивідуалізація, циклічність й кар'єрна орієнтація); рекомендації щодо екстраполяції американського досвіду на систему вищої технічної освіти України (необхідність моніторингу навчальних досягнень здобувачів вищої освіти з фундаментальних дисциплін для забезпечення їх адаптаційними програмами на першому році навчання; доцільність забезпечення міждисциплінарності та комплексності підготовки фахівців шляхом поглиблення міжфакультетських і міжкафедральних зв'язків, гнучкості змістового наповнення освітніх програм, виконання міждисциплінарних науково-дослідних проєктів; створення можливостей швидкого реагування на зміни характеру і структури праці, зумовлені Четвертою індустріальною революцією; запровадження дуальної освіти за прикладом комбінованих американських програм, а також програм з реалізації різних форм здобуття вищої освіти: онлайн/дистанційні, гібридні). Це сприяло поглибленню пізнавального інтересу студентів до проблем вищої технічної освіти, розширенню змісту освітньої підготовки та спрямованості педагогічної діяльності на інженерну сферу, визначенню значущості компаративних досліджень для вдосконалення організаційної, змістової й методичної складових інженерної та педагогічної освіти в Україні.

Концепція підготовки фахівця інженерного спрямування в американських ЗВТО була використана при розробленні навчального плану та змісту нової ОПП «Інноваційні педагогічні технології в закладах вищої технічної освіти» (2020 р.) для визначення спрямованості навчальної дисципліни «Інноваційні освітні технології у ЗВТО: світовий та вітчизняний досвід»; для формування змісту таких комтетентностей, як мультикультурна,



дидактико-методична, наукового PRy та мобільності, когнітивної гнучкості (cognitive flexibility), критичного мислення (critical thinking); для окреслення програмних результатів PR10 (уміння визначати ключові стратегії професійної підготовки студентів у сучасних технічних університетах і виокремлювати напрями реформування інженерної освіти).

Досвід впровадження результатів дисертаційного дослідження Павленко О.В. було розглянуто й схвалено на засіданні кафедри педагогіки та психології професійної освіти Факультету лінгвістики та соціальних комунікацій Національного авіаційного університету (протокол № 9 від 12.05.2020), що дає підстави для висновків про ефективність його застосування у процесі підготовки майбутніх викладачів для закладів вищої технічної освіти.

Голова комісії

С.М. Яголзінський

Секретар комісії

І.В. Струк



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

03056, м. Київ, пр-т Перемоги, 37; тел. (+38 044) 204-82-82 тел./факс (+38 044) 204-97-88
<http://www.kpi.ua> e-mail: mail@kpi.ua ЄДРПОУ 02070921

Зб. Ос. 20 № 235-20-40/1

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Павленко Ольги Вячеславівни

на тему: «Професійна підготовка фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США»,
представленого на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за
спеціальністю 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

Основні положення дисертаційного дослідження Павленко Ольги Вячеславівни на тему «Професійна підготовка фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США» апробовано та впроваджено протягом 2019-2020 рр. в освітній процес Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

В умовах стрімкого соціально-економічного та технологічного розвитку країн світу, дослідження досвіду підготовки інженерів в країні-лідері в галузі електроніки та наноелектронних технологій США є своєчасним. Накопичений досвід США у підготовці фахівців з електроніки та відсутність його цілісного аналізу задля використання в Україні, а також необхідність підвищення якості професійної підготовки фахівців з електроніки відповідно до вимог ринку є актуальним для системи вищої освіти України.

Павленко О.В. здійснила ґрунтовний аналіз проблеми в науковому просторі США та України. Дослідження організаційно-методичних засад професійної підготовки фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США представляє особливий інтерес з огляду на такі форми і методи професійної підготовки як котермінальна програма, навчальні заняття-рецитації, кейстоун-проект. Аналіз організації науково-дослідної діяльності фахівців з електроніки дозволив детальніше ознайомитися алгоритм комерціалізації науково-технічних розробок в ЗВО США. Дослідницею обґрунтовано напрями використання досвіду професійної

підготовки фахівців з електроніки в США в Україні та з огляду на нормативно-правові, організаційно-процесуальні та змістово-методичні аспекти.

Результати дисертаційної роботи Павленко О.В. щодо професійної підготовки фахівців з електроніки в американській системі вищої освіти впроваджено навчальний процес КПІ ім. Ігоря Сікорського на факультеті електроніки при викладанні таких навчальних дисциплін: «Іноземна мова професійного спрямування» (3-4 курс освітнього ступеня «бакалавр»); «Іноземна мова для науковців» (1-2 курс освітнього ступеня «магістр») упродовж 2019-2020 років. Розроблений дослідницею «Практикум з англійської мови наукового спілкування для студентів факультету електроніки спеціальності «Електроніка» сприяє удосконаленню професійної підготовки фахівців з електроніки. Розроблені матеріали двох тренінгів «Досвід США для професійної та іншомовної підготовки фахівців з електроніки» та «Перспективні напрями застосування досвіду США до професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні» є актуальними для науково-педагогічних працівників університету, особливо в аспекті розробки навчальних планів та освітніх програм.

Матеріали дослідження можуть бути використані при розробці стандартів вищої освіти зі спеціальності «Електроніка», для оновлення навчальних планів та освітніх програм підготовки фахівців з електроніки, розробки спецкурсів і семінарів, удосконалення організації професійної та наукової підготовки фахівців з електроніки.

Вважаємо, що отримані результати дисертаційного дослідження Павленко Ольги Вячеславівни можна рекомендувати до подальшого впровадження у навчально-виховний процес закладів вищої освіти України з метою підвищення якості професійної підготовки майбутніх фахівців з електроніки. Результати були обговорені та затверджені на засіданні кафедри англійської мови технічного спрямування №1 (протокол № 11 від 26.06.2020 р.)

Проректор з навчальних питань
КПІ ім. Сікорського



Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

Декан факультету лінгвістики
КПІ ім. Сікорського

Наталія САЄНКО

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Проректор з наукової роботи



Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»

Андрій МАРЧЕНКО

2020 р.

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Павленко Ольги Вячеславівни на тему: **«Професійна підготовка фахівців з
електроніки у закладах вищої освіти США»**,
представленого на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за
спеціальністю 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

Комісія у складі: д.п.н., проф. Романовського О.Г. – завідувача кафедри педагогіки та психології управління соціальними системами ім.акад. І.А.Зязюна, дійсного члена-кореспондента НАПН, АВШ, АПН України; к.п.н., доц., проф. кафедри ППУСС ім. акад. І.А.Зязюна Гури Т.В., к.п.н. доцента кафедри ППУСС ім. акад. І.А.Зязюна Воробьової Є.В., розглянула стан впровадження матеріалів дисертаційного дослідження Павленко Ольги Вячеславівни на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук у підготовці магістрів спеціальності 011 «Освітні, педагогічні науки» та наукових дослідженнях кафедри.

Комісія встановила, що досліджені Павленко О.В. теоретичні та організаційно-методичні засади професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні та США використовуються для підготовки магістрів спеціальності 011 «Освітні, педагогічні науки», освітня програма «Педагогіка вищої школи» для проведення лекційних та практичних занять зі студентами.

Засади професійної підготовки фахівців з електроніки у США, теоретичні та практичні аспекти досліджуваної Павленко О.В. проблеми використовувалися під час викладання дисциплін, зокрема у процесі вивчення студентами курсу «Педагогіка і психологія вищої школи» (принципи формування змісту американських освітньо-професійних програм; підхід до науково-дослідної роботи студентів та алгоритм комерціалізації науково-технічних розробок), «Моделювання професійної підготовки та діяльності фахівця» (організація та мережа закладів вищої освіти щодо підготовки фахівців з електроніки, зміст підготовки фахівців з електроніки; форми і методи підготовки та організації науково-дослідницької діяльності фахівців з електроніки; проаналізовано сучасні тенденції підготовки фахівців з електроніки у США) та «Педагогіка лідерства» (результати аналізу сучасних тенденцій професійної підготовки фахівців з

електроніки в США та Україні; напрями застосування американського досвіду в системі вищої освіти в Україні). Це сприяло підвищенню пізнавального інтересу студентів до оволодіння знаннями з проблем підготовки фахівців зі спеціальності 171 «Електроніка» в Україні в контексті досягнень вищої освіти США та формуванню у них готовності до використання інноваційних ідей американського досвіду у їх майбутній професійній діяльності. Це доводить практичну спрямованість проведеного дослідження і доцільність широкого впровадження його результатів у процес професійної підготовки фахівців. Результати були обговорені та затверджені на засіданні педагогіки та психології управління соціальними системами (протокол № 13 від 26.06.2020 р.).

Голова комісії:

завідувач кафедри педагогіки та психології управління соціальними системами ім.акад. І.А.Зязюна, Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України



Олександр РОМАНОВСЬКИЙ

Члени комісії:

кандидат педагогічних наук доцент, професор кафедри педагогіки та психології управління соціальними системами ім.акад. І.А.Зязюна Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»



Тетяна ГУРА

кандидат педагогічних наук доцент кафедри педагогіки та психології управління соціальними системами ім.акад. І.А.Зязюна Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»



Євгенія ВОРОБІЙОВА



Міністерство освіти і науки України
Державний заклад
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»

пл. Гоголя, 1, м. Старобільськ, 92703
 тел./факс: (06461) 2-40-61, 097-567-20-45
 e-mail: mail@luguniv.edu.ua, www.luguniv.edu.ua

14.09.2020 № 1/0955/1

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
 Павленко Ольги Вячеславівни
 на тему: **«Професійна підготовка фахівців з електроніки
 у закладах вищої освіти США»**,

представленого на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю
 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти, в освітній процес Державного закладу
 «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Основні положення дисертаційного дослідження Павленко Ольги Вячеславівни на тему «Професійна підготовка фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США» апробовано та впроваджено протягом 2019-2020 рр. в освітній процес Луганського національного університету імені Тараса Шевченка.

Визначені дисертанткою організаційно-методичні засади професійної підготовки фахівців з електроніки в США використано у викладанні курсу «Інноваційні технології організації освітнього процесу у ЗВО», зокрема теоретичні надбання щодо організації та мережі закладів вищої освіти США, змісту, форм й методів професійної підготовки фахівців з електроніки. Курс «Сучасні освітні системи» доповнено матеріалами щодо сучасних тенденцій політики відкритих освітніх ресурсів для фахівців інженерних галузей в закладах вищої освіти США. Досліджені дисертанткою особливості організації науково-дослідної діяльності майбутніх фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США було впроваджено в ході виконання магістерських дисертацій.

Результати дисертаційної роботи Павленко О.В. щодо професійної підготовки фахівців з електроніки в американській системі вищої освіти, зокрема досвіду впровадження змішаних програм навчання, поєднання онлайн програм з можливістю дистанційного та гібридного навчання, дозволили розширити та збагатити зміст підготовки бакалаврів та магістрів спеціальності 011 «Освітні, педагогічні науки».

Матеріали та рекомендації дисертантки включено в систему оптимізації навчання майбутніх вчителів та використовуються під час розроблення навчальних програм першого (бакалаврського) освітнього рівня.

Результати дисертації Павленко О.В. отримали високу оцінку при обговоренні й були затверджені на засіданні кафедри педагогіки Державного закладу «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка» та рекомендовані до його впровадження в інших ЗВО України (протокол № 1 від 09.09.2020 року).

В.о. ректора

Караман Олена
 0502000767



Сергій САВЧЕКО

Список публікацій здобувача

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Павленко О. В. Сучасний стан підготовки фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США. Молодий вчений. 2018. № 12(64). С. 111–114. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2018-12-64-29>
2. Pavlenko O. US Higher Engineering Education: the Spotlight on Current Trends. The Modern Higher Education Review. 2018. Vol. 3. P. 59–68. DOI: <https://doi.org/10.28925/2518-7635.2018.3.11>
3. Павленко О. В. Дослідження професійної підготовки фахівців з електроніки в Україні та США: базові поняття. Неперервна професійна освіта: теорія і практика. 2018. Вип. 3-4 (56-57). С. 57–61. DOI: <https://doi.org/10.28925/1609-8595.2018.3-4.5761>
4. Павленко О. В. Професійна підготовка фахівців з електроніки у США: організація та мережа закладів вищої освіти. Педагогічний дискурс. 2019. Вип. 27. С. 84–95. DOI: <https://doi.org/10.31475/ped.dys.2019.27.10>
5. Павленко О. В. Організація науково-дослідної діяльності фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США: вибір пріоритетів для України. Засоби навчальної та науково-дослідної роботи. 2019. Вип. 53. С. 56–64.
6. Павленко О. В. Professional training of electronics engineers: applying US experience to Ukrainian higher educational institutions. Неперервна професійна освіта: теорія і практика. 2020. Вип. 1(62). С. 80–85. DOI: <https://doi.org/10.28925/1609-8595.2020.1.12>
7. Павленко О. В. Професійна підготовка фахівців з електроніки в Україні та США: методологія порівняльного дослідження. Освітологічний дискурс. 2020. Вип. 3(30). С. 240–252. DOI: <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2020.3.15>
8. Pavlenko O. Implementation of National Higher Education Standard in Electronics: Students' Perceptions of Learning Outcomes. Eureka: Social and Humanities. 2020. Vol. 5. P. 43–49. DOI: <https://doi.org/10.21303/2504-5571.2020.001439>

Додаток М**Відомості про апробацію результатів дослідження***Міжнародні науково-практичні конференції:*

Міжнародна наукова конференція «English for Specific Purposes: A Multidimensional Challenge». (м. Відень, 25–26 травня 2018 р.). Доповідь: «Pavlenko O. Job profiles in ESP: towards a better understanding of your learners' field».

Міжнародна наукова конференція «Global Issues in ESP Classroom: Challenges and Opportunities». (м. Мюнхен, 25–28 березня 2019 р.). Доповідь: «Educating the Global Citizen: International Perspectives on Language Teaching in the Digital Age»

VI Международная конференция «Наука и инновации» (м. Софія, 21–23 червня 2018 р.). Доповідь: «Competencies for the 21st Century Electronics Engineers»

XII Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми романо-германської філології». (м. Чернівці, 10 травня 2019 р.). Доповідь: «Навчання майбутніх інженерів усної англомовної медіації».

Всеукраїнські науково-практичні конференції:

Всеукраїнська науково-практична конференція «Освітологія – 2019. Забезпечення якості вищої освіти в університеті: рух України до Європейського Союзу» (М. Київ, 24 квітня 2019 р.). Доповідь: ««Забезпечення якості підготовки фахівців з електроніки в закладах вищої освіти США».