

## СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ЯК СПЕЦІАЛЬНОСТІ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ-БАКАЛАВРІВ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Роботу присвячено визначенню поточного рівня підготовки фахівців-бакалаврів за спеціальністю «Біомедична інженерія» у закладах вищої освіти України та перспектив її подальшого розвитку.*

**Ключові слова:** фахівець, біомедична інженерія, вища освіта, заклад вищої освіти, освітньо-професійна програма.

### Abstract

*The work is dedicated to determine the current level of preparation of bachelor specialists of «Biomedical Engineering» program in higher education institutions of Ukraine and prospects for its further development.*

**Keywords:** specialist, biomedical engineering, higher education, higher education institution, educational and professional program.

### Вступ

Вища освіта в Україні є однією з пріоритетних задач розвитку українського суспільства, метою якої є підготовка конкурентоспроможного людського капіталу для ринку праці [8].

Зкладами вищої освіти в Україні є університети, академії, інститути та коледжі [8].

Здобувачів вищої освіти в Україні готують за трьома послідовними рівнями: бакалаврський, магістерський, освітньо-науковий (доктор філософії та доктор наук) [8]. Також існує четвертий, короткий цикл вищої освіти (початковий рівень), підготовка за яким здійснюється на основі базової середньої освіти та який завершується здобуттям учнем ступеня молодшого бакалавра [8].

Характер змісту вищої освіти в Україні передбачає профілювання освіти за галузями знань, які об'єднують у собі декілька спеціальностей. Однією з галузей знань, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти, є галузь 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія». Вона поділяється на декілька спеціальностей за національними стандартами: 161 – Хімічні технології та інженерія, 162 – Біотехнології та біоінженерія та 163 – Біомедична інженерія [7].

З 1 листопада 2024 р., у зв'язку з внесенням Кабінетом Міністрів України постановою від 30 серпня 2024 р. змін до переліку галузей знань та спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої та фахової передвищої освіти, галузь знань 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія» буде скасовано, а перераховані вище спеціальності буде внесено до нової галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» [7]. Також їм буде присвоєно нові коди: спеціальності «Хімічні технології та інженерія» – код G1, спеціальності «Біотехнології та біоінженерія» – код G21, спеціальності «Біомедична інженерія» – код G22 [7].

Чинне законодавство України не містить визначення поняття «фахівець», хоча його неодноразово вжито у Законі України «Про вищу освіту»: зазначено, зокрема, про «державну підтримку підготовки фахівців з вищою освітою для пріоритетних галузей економічної діяльності, напрямів фундаментальних та прикладних наукових досліджень, науково-педагогічної, мистецької та педагогічної діяльності» [8]. Також розділ 3 національного класифікатора професій присвячено винятково фахівцям [6].

З огляду на відсутність визначення зазначеного поняття, у рамках нашого дослідження ми розглядатимемо фахівців як «осіб, які володіють знаннями та навичками у певній галузі, що підтверджується відповідними документами (дипломом)».

**Метою роботи** є визначення сучасного стану підготовки фахівців-бакалаврів за спеціальністю «Біомедична інженерія» у закладах вищої освіти в Україні та перспектив її подальшого розвитку.

## Результати дослідження

Біомедична інженерія – міждисциплінарна галузь знань, яка об'єднує у собі медицину, інженерію, біологію та інформатику [5, с. 2]. Її метою є розробка, запровадження, підтримка та діагностика засобів та пристроїв, призначених для вирішення медичних та наукових задач. Широке коло цих завдань включає як створення штучних органів, так і розробка механізмів аналізу геному певного організму.

Біомедична інженерія як галузь знань виокремилась посередині ХХ ст. у ході науково-технічної революції (НТР). У березні 2000 р. Рада Європи визнала біомедичну інженерію стратегічним напрямком соціально-економічного розвитку Європейського Союзу [5, с. 2].

Протягом 2000-х рр. в Україні ця спеціальність розвивалась на факультетах радіотехніки та електроніки у рамках підготовки фахівців за спеціальністю «Біомедичні та медичні апарати та системи». Із затвердженням у 2014 р. нової редакції Закону України «Про вищу освіту», було оновлено перелік галузей знань та спеціальностей вищої освіти, у зв'язку з чим було вперше законодавчо регламентовано підготовку бакалаврів, магістрів, докторів філософії та наук за спеціальністю «Біомедична інженерія» [2, с. 5].

Низка задач, які вирішує біомедична інженерія, уможливорює поділ спеціальності за освітньою програмою: від загальної «Біомедична інженерія» до вузькоспеціалізованих «Біомедичний комп'ютинг» і «Технології ортопедичних та реабілітаційних виробів медичного призначення».

За даними Єдиної державної електронної бази з питань освіти (ЄДЕБО), у 2024 р. конкурсні пропозиції абітурієнтам за рівнем бакалавра за спеціальністю 163 пропонували 15 університетів, перелік, місце реєстрації, поточне місцезнаходження та освітня програма спеціальності яких відображено у табл. 1.

*Табл. 1. Заклади вищої освіти України, які приймали абітурієнтів за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія» у 2024 р. за бакалаврським рівнем вищої освіти*

| Назва закладу вищої освіти                                                                                  | Місце реєстрації      | Поточне місцезнаходження | Освітня програма спеціальності «Біомедична інженерія»                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Вінницький національний технічний університет (ВНТУ)                                                        | Вінниця               | Вінниця                  | Біомедична інженерія                                                                                                    |
| Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»                                                | Дніпро                | Дніпро                   | Біомедична інженерія                                                                                                    |
| Український державний університет науки та технологій (УДУНТ)                                               | Дніпро                | Дніпро                   | Біомедична інженерія                                                                                                    |
| Державний університет «Житомирська політехніка»                                                             | Житомир               | Житомир                  | Біомедичний комп'ютинг                                                                                                  |
| Заклад вищої освіти «Подільський державний університет» (ПДУ)                                               | Кам'янець-Подільський | Кам'янець-Подільський    | Біомедична інженерія                                                                                                    |
| Національний авіаційний університет (НАУ)                                                                   | Київ                  | Київ                     | Біомедична інженерія                                                                                                    |
| Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (КПІ) | Київ                  | Київ                     | 1) Медична інженерія<br>2) Регенеративна та біофармацевтична інженерія                                                  |
| Національний університет «Львівська політехніка»                                                            | Львів                 | Львів                    | 1) Біомедична інженерія (Інтернет речей)<br>2) Технології ортопедичних та реабілітаційних виробів медичного призначення |

Продовження табл. 1.

|                                                                                                   |           |           |                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------------|
| Державний вищий навчальний заклад «Приазовський державний технічний університет» (ПДТУ)           | Маріуполь | Дніпро    | Біомедична інженерія                       |
| Національний університет «Одеська політехніка»                                                    | Одеса     | Одеса     | Біомедична інженерія                       |
| Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (ТНТУ)                        | Тернопіль | Тернопіль | Біоінформатика та реабілітаційна інженерія |
| Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет» (УНУ)                   | Ужгород   | Ужгород   | Біомедична інженерія                       |
| Державний біотехнологічний університет                                                            | Харків    | Харків    | Біомедична інженерія                       |
| Національний аерокосмічний університет ім. М. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» (ХАІ) | Харків    | Харків    | Біомедична інженерія                       |
| Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ)                                     | Харків    | Харків    | Біомедична інженерія                       |

За Законом України «Про вищу освіту», метою бакалаврського рівня вищої освіти є набуття здобувачами вищої освіти здатності до розв'язання складних спеціалізованих задач у певний галузі професійної діяльності [8].

Це завдання становить підґрунтя для формування освітньо-професійних програм 163 спеціальності у зазначених університетах, відповідно до яких зміст навчання дисциплін фахової підготовки має відображати здобутки сучасних наукових досліджень у галузі біомедичної інженерії та мати орієнтир на вирішення практичних проблем біомедицини [3, с. 36.7]. Описане відповідає стандарту вищої освіти України для спеціальності 163 «Біомедична інженерія» [9].

Практична реалізація поставленої мети відбувається шляхом викладання дисциплін профільного змісту. У цьому контексті слід зазначити, що чинне законодавство, з огляду на участь України у Болонському процесі, передбачає формування освітньо-професійної програми з обов'язкових та вибіркових освітніх компонентів (дисциплін) [8].

Основні профільні дисципліни спеціальності «Біомедична інженерія», з огляду на аналіз освітньо-професійних програм цієї спеціальності у вказаних університетах, подано у табл. 2.

Табл. 2. Профільні дисципліни спеціальності «Біомедична інженерія»

| Група дисциплін       | Назва дисципліни                       |
|-----------------------|----------------------------------------|
| Ознайомчі             | Вступ до фаху                          |
|                       | Основи теорії біотехнічних систем      |
| Медичні та біологічні | Анатомія та фізіологія людини          |
|                       | Біохімія                               |
|                       | Біофізика                              |
|                       | Біомеханіка                            |
| Інженерні             | Компонентна база електронної апаратури |
|                       | Теорія електричних кіл та сигналів     |
|                       | Аналогова та цифрова схемотехніка      |
|                       | Електронні прилади                     |
|                       | Мікропроцесорна техніка                |

|                     |                                                                                                            |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | Нанотехнології у біології та медицині                                                                      |
|                     | Лазерні технології у біології та медицині                                                                  |
|                     | Основи конструювання біомедичної апаратури                                                                 |
|                     | Основи виробництва біомедичної апаратури                                                                   |
|                     | Експлуатація та ремонт біомедичної апаратури                                                               |
|                     | Автоматизація проєктування біомедичної апаратури                                                           |
|                     | Лікувальна та діагностична техніка                                                                         |
|                     | Лабораторно-аналітична техніка                                                                             |
|                     | Біосенсиори<br>(Вимірювальні перетворювачі та датчики для медико-технічних систем)                         |
|                     | Матеріалознавство<br>(Біоматеріали та біосумісність)                                                       |
| Інформаційні        | Штучні органи та системи                                                                                   |
|                     | Інформатика (Біоінформатика)                                                                               |
|                     | Математичне моделювання у біології та медицині<br>(Основи моделювання біотехнічних систем)                 |
|                     | Телемедичні системи                                                                                        |
|                     | Бази даних у біології та медицині                                                                          |
| Інші                | Методи та засоби обробки біомедичних даних<br>(Методи та засоби обробки біомедичних сигналів та зображень) |
|                     | Метрологія, стандартизація та сертифікація (для біомедичної апаратури)                                     |
| Практика            | Навчальна практика<br>(Ознайомлювальна практика)                                                           |
|                     | Виробнича практика<br>(Технологічна практика)                                                              |
|                     | Переддипломна практика                                                                                     |
| Бакалаврська робота | Бакалаврська робота                                                                                        |

В освітньо-професійних програмах перерахованих університетів вказано, що випускник-бакалавр за 163 спеціальністю далі має змогу працевлаштуватися лаборантом/фахівцем (у галузі біомедичної інженерії), техніком-протезистом, техніком-ортопедом, оператором медичного устаткування, техніком-діагностиком біомедичної апаратури, технічним інспектором.

Перспективи розвитку спеціальності безпосередньо залежать від можливості працевлаштування випускників. Розробка нових та модернізація існуючих біомедичних апаратів, їхніх частин та систем, а також діагностика та догляд за уже функціонуючими пристроями є комплексом навичок, які мають вільно використовувати випускники-бакалаври спеціальності «Біомедична інженерія».

Сучасними трендами у біотехніці, які можуть вплинути на еволюцію біомедичної інженерії, є наступні [1, 4]:

- Використання штучного інтелекту (ШІ) у дослідженні, моделюванні та розробці біологічних та біотехнічних систем, аналізі зображень та сигналів, методах телемедицини;
- Розробка нових та покращення існуючих технологій виготовлення штучних органів та біоматеріалів;
- Розробка та впровадження автоматизованої системи комплексної діагностики з подальшим протезуванням;
- Пошук нових шляхів застосування лазерної та ультразвукової медицини;
- Вдосконалення апаратів діагностики стану людини.

### Висновок

Отже, у роботі було встановлено поточний якісний та прогресивний рівень підготовки фахівців-бакалаврів за спеціальністю «Біомедична інженерія» у закладах вищої освіти в Україні. Підґрунтям для цього висновку є відповідність існуючих освітньо-професійних програм стандарту вищої освіти України в університетах, які проводять набір абітурієнтів за 163 спеціальністю. Також у роботі, з

огляду на аналіз професійних компонентів програм спеціальності «Біомедична інженерія» 15-ти університетів, було сформовано перелік опорних дисциплін, викладання яких забезпечує реалізацію поставленої мети освітнього процесу за цим напрямом. У заключній частині дослідження було деталізовано перспективи подальшого розвитку цієї спеціальності з огляду на сучасні тренди у біотехніці.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Беспалова О. Я. Біоматеріали та біосумісність : навчальний посібник. Київ : видавництво Національного технічного університету України «Київського політехнічного інституту ім. Сікорського», 2021. 97 с.
2. Галкін О. Освіта з біомедичної інженерії : українська траєкторія крізь призму світового досвіду. Сьогодення та перспективи. *Innovative Biosystems and Bioengineering*. 2021. Vol. 5. С. 4-16.
3. Головка М.В. Удосконалення змісту професійної підготовки майбутніх фахівців з біомедичної інженерії : матеріали XVI міжнародної науково-технічної конференції «ABIA-2023». м. Київ, Україна. С. 36.7-36.9.
4. Коротка В.О. Технології штучного інтелекту в сучасній медицині: впровадження та проблематика. *Український медичний часопис*. 2024. №5. С.115-117.
5. Максименко В.Б. Актуальні завдання біомедичної інженерії в Україні. *Біомедична інженерія і технологія*. 2020. № 3. С. 1-5.
6. Національний класифікатор професій. Розділ 3 : Наказ Держспоживстандарту України 28.07.2010 №327. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va327609-10#Text> (дата звернення: 16.10.2024)
7. Перелік галузей та спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої та фахової передвищої освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2015 р. № 266. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/266-2015-п#Text> (дата звернення: 16.10.2024)
8. Про вищу освіту : Закон України від 1 липня 2014 року. *Відомості Верховної Ради*. 2014. № 37-38. ст.2004.
9. Стандарт вищої освіти України: «Бакалавр. Біомедична інженерія». Затверджено наказом Міністерства освіти та науки України від 19.11.2018 №1264. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/163-biomiedinzbakalavr-1012.pdf> (дата звернення: 16.10.2024)

**Гончар Богдан Віталійович** – студент групи БМІ-226, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [bogdgonchar@gmail.com](mailto:bogdgonchar@gmail.com)

**Науковий керівник – Тимчик Сергій Васильович**, канд. тех. наук, декан факультету інформаційних електронних систем, доцент кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [tymchyk@vntu.edu.ua](mailto:tymchyk@vntu.edu.ua)

**Bogdan Honchar** – student of Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [bogdgonchar@gmail.com](mailto:bogdgonchar@gmail.com)

**Supervisor – Serhiy Tymchyk**, PhD (Biomedical Engineering), Dean of the Faculty of Information Electronic Systems, Associate Professor of the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronics, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [tymchyk@vntu.edu.ua](mailto:tymchyk@vntu.edu.ua)