

Удосконалення змісту професійної підготовки майбутніх фахівців з біомедичної інженерії

Розглянуто питання вдосконалення змісту навчання дисциплін циклу професійної підготовки майбутніх фахівців з біомедичної інженерії. Акцентовано увагу щодо таких елементів змісту, які розкривають сучасні досягнення галузі біотехнологій та спрямовані на формування фахових у здобувачів фахових компетентностей.

Освітньо-професійна програма підготовки майбутніх фахівців з біомедичної інженерії спрямована на формування в студентів системи компетентностей, що реалізують здатність вирішувати практичні проблеми сучасної біомедичної інженерії. Відтак зміст навчання дисциплін фахової підготовки має відображати результатах сучасних наукових досліджень у галузі біомедичної інженерії та орієнтуватися на вирішення практичних проблем біомедицини [4].

Одними з таких дисциплін є біосумісні матеріали та біофізика і біомеханіка. Опанування біоматеріалознавства забезпечує формування в здобувачів вищої освіти фундаментальних знань про природу, властивості, технології отримання та особливості застосування в біомедицині новітніх біоматеріалів, які є універсальними з точки зору функціональності та біологічної сумісності – однієї з ключових вимог до матеріалів, що використовуються для виготовлення імплантатів. Поняття біосумісності є комплексним, оскільки динамічно поєднує біохімічні та біофізичні характеристики, що визначають властивості взаємодії матеріалів із тканинами організму, ступінь корозії та розчинності у фізіологічних рідинах, утворення продуктів зношення та їхній вплив на навколишні тканини, пружність, міцність, пластичність, електропровідність. З огляду на це, саме поняття біосумісності потребує послідовного та поетапного розвитку в курсі біоматеріалознавства.

Іншим важливим аспектом вивчення дисципліни є формування у студентів компетентності аналізувати перспективні напрями розвитку сучасних біотехнологій та розробляти практичні механізми їхнього вдосконалення. Тому значну увагу потрібно приділити тенденціям розвитку новітнього біоматеріалознавства в Україні та світі [3].

Спектр досліджень методів отримання та застосування біосумісних матеріалів постійно розширюється. Поруч із традиційними металічними та керамічними матеріалами активно розвиваються технології створення біополімерів та біокompatитів, композиційних покриттів, покриттів на основі алмазу та графіту тощо.

Перспективним напрямом біоматеріалознавства є отримання наноструктур і нанокомпозитів. Оскільки якість наноматеріалів значним чином залежить від їхньої структури та організації на нонорівні. Використання технології виокремлення та введення до структури матеріалу фаз нанорозмірів

забезпечує кращу біосумісність. Імпланти з нанопористими біоматеріалами мають суттєво вищі показники приживлення та адаптації до них організму, значно меншу ймовірність імунної відповіді, виникнення запальних процесів і знижує ймовірність відторгнення.

Новітні технології біоінжинірингу поєднують досягнення генної інженерії і біоматеріалознавства та дають можливість створювати імпланти-каркаси нового покоління, що забезпечують інтенсивну біомінералізацію, заповнення біологічними тканинами та розчиняються в біологічних середовищах без утворення токсичних продуктів [1, с. 301–302].

Інноваційним є напрям атомномолекулярного інжинірингу, що активно розвивається як в усьому світі, так і в Україні, зокрема, в установах Національної академії наук України. Такі технології дають можливість отримувати багатоконцентні високоентропійні матеріали та покриття, що містять рівнозначні складники, кількість яких може бути практично необмежено, що дозволяє створювати розмаїття багатфункціональних композиційних матеріалів із унікальними властивостями міцності, пружності, корозостійкості для ендо-та екзопротезів, біоінструментів, біомаркерів, біоостеоіндукторів [6].

У курсі біофізики та біомеханіки доцільно розглядати такий перспективний напрям сучасної біомедичної інженерії, як штучні органи, технології створення яких ґрунтуються на моделюванні функціональних властивостей біологічних системи з урахуванням фізико-хімічних процесів та клітинній і тканинній інженерії. Активно розвиваються дослідження екстракорпоральних функціональних систем (штучних органів життєзабезпечення поза організмом людини) та ендокорпоральних систем (штучних органів, що імплантуються в організм) [5, с. 128].

У курсі біофізики та біомеханіки вивчаються фізичні основи явищ та процесів, що протікають у біологічних об'єктах, взаємодія зовнішніх фізичних полів з біологічними об'єктами, фізико-механічні особливості будови та функціонування систем організму, поєднання природних та штучних систем життєзабезпечення. Ця дисципліна спрямована на формування в здобувачів здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у біомедичній інженерії, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов та передбачає застосування теорій і методів хімічної, біологічної та медичної інженерії [2].

Традиційно зміст навчального курсу біофізики та біомеханіки розгортається у напрямі формування базових знань, на яких ґрунтуються сучасні технології створення штучних органів. Матеріал з окремих розділів фізики (наприклад, механічні властивості твердих тіл, механічні коливання, молекулярна фізика, електродинаміка) подається достатньо розгорнуто та відображає зміст курсу загальної фізики, іноді й дублюючи ті чи інші питання.

Ті чи інші фізичні властивості конкретизуються для біологічних процесів (механічні властивості біологічних тканин, взаємодія електромагнітного випромінювання з тканинами організму, автоколивальні системи організму). Значна увага приділяється моделювання біомедичних процесів і функціонування клітин, тканин та органів з акцентом на тому, що властивостей природних біологічних матеріалів якісно відрізняються за фізичними властивостями від біосумісних матеріалів, що використовуються в медико-біологічній практиці. Це стосується, зокрема, анізотропних властивостей біологічних матеріалів, нелінійних

залежностей між такими фізичними властивостями, як напруга, деформація, старіння, стисливість тощо. Разом із тим недостатньо розкриваються питання щодо методів отримання та використання таких матеріалів, подолання основних труднощів, які виникають при цьому.

Також розглядається значна кількість різноманітних моделей, що відтворюють біологічні процеси та принципи функціонування систем організму. Це має важливе значення для формування уявлень про особливості створення та функціонування штучних органів. Натомість, математичний апарат, що використовується для опису цих моделей є почасти достатньо складним для сприйняття студентами першого курсу та не завжди синхронізований з вищою математикою, що є важливим інструментом дослідження біологічних процесів та систем.

Висновки. Враховуючи, що в процесі вивчення майбутніми фахівцями з біомедичної інженерії дисциплін циклу професійної підготовки важливе місце посідають питання отримання й використання новітніх біоматеріалів, взаємодії біологічних та штучних систем, доцільно зосереджувати увагу на принципах їхнього функціонування, аналізі фізико-хімічних закономірностей протікання біопроцесів, їхнього моделювання як основи створення біотехнічних об'єктів, забезпечуючи органічний зв'язок між теоретичними знаннями та їхнім застосуванням у медико-біологічній практиці. Відображення в змісті навчання досягнень сучасної української та світової біомедичної інженерії, перспективних напрямів її розвитку може стати потужним мотиваційним чинником щодо залучення здобувачів вищої освіти до науково-дослідної роботи та сприятиме формування в них професійної компетентності.

Список літератури

1. Біофізика і біомеханіка : підручник / В.С. Антонюк, М.О. Бондаренко, В.А. Ващенко та ін. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. 344 с.

Нові речовини. Частина 3. Нано та біоматеріали і матеріали з унікальними властивостями: Навчальний посібник / Під загальною редакцією д.т.н., проф. О.Т. Богорш. Київ, НТУУ «КПІ», 403 с., 2015.

2. Головка М.В. Особливості формування базових знань зі створення штучних органів у курсі біофізики та біомеханіки. *Modern research in world science. Proceedings of the 5th International scientific and practical conference* (August 7-9, 2022). SPC–Sci-conf.com.ua. Lviv, Ukraine. 2022. Pp. 182-184.

3. Головка М.В. Сучасне біоматеріалознавство у підготовці майбутніх біоінженерів. *The 4 th International scientific and practical conference “Modern research in world science”* (July 10-12, 2022). SPC “Sci-conf.com.ua”, Lviv, Ukraine. 2022. Pp. 2017-2019.

4. Освітньо-професійна програма «Біомедична інженерія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія» галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія». URL: <https://bit.ly/3K8Vhbv>.

5. Протезування та штучні органи: Конспект лекцій : навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / І. Ю. Худецький, Ю. В. Антонова-Рафі, Г. В. Мельник, Є. В. Сніцар. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 184 с.

6. Фірстов С.О. Новітні напрями у матеріалознавстві. *Вісник Національної академії наук України*. Вип. 5. С. 18-21, 2017.