



Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет біомедичної інженерії
Кафедра трансляційної медичної біоінженерії

Біоматеріали і біотехнології

ПВ 4

Галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність 163 Біомедична інженерія

Курс	
Семестр	2

Освітньо-професійна програма Медична інженерія (Medical engineering)

ECTS	4
Годин	120

Статус Вибіркова дисципліна

Форма навчання денна

Семестровий контроль Екзамен, ДКР

Розподіл годин

Аудиторні години			Самостійна робота
Лекції	Практичні	Лабораторні	
28	28	18	46
кожний тиждень	кожний тиждень	раз/2 тижні	

Гарант освітньої програми

Завідувач кафедри

Голова методичної комісії

_____ В.В. Шликов

_____ В.В. Шликов

_____ В.Б. Максименко

«___» _____ 2020 р.

«___» _____ 2020 р.

«___» _____ 2020 р.

Поточна редакція від « 10 » жовтня 2020 р.

Інформація про викладача

	Лекція	Практичні
ПІБ	Беспалова Олена Ярославівна	Беспалова Олена Ярославівна
Посада	Доцент кафедри трансляційної медичної біоінженерії	Доцент кафедри трансляційної медичної біоінженерії
Вчене звання	Старший науковий співробітник	Старший науковий співробітник
Науковий ступінь	Кандидат біологічних наук	Кандидат біологічних наук
Профіль викладача	http://bi.fbmi.kpi.ua/uk/bespalovaua/	http://bi.fbmi.kpi.ua/uk/bespalovaua/
Google Scholar	https://scholar.google.com.ua/citations?user=OzTGsmsAAAAJ	https://scholar.google.com.ua/citations?user=OzTGsmsAAAAJ
e-mail	o.bespalova@kpi.ua	o.bespalova@kpi.ua

Примітка. Силабус розроблено кафедрою трансляційної медичної біоінженерії факультету біомедичної інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського (розробник: викладач Беспалова Олена Ярославівна).

Анотація навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Біоматеріали і біотехнології» вивчає основні поняття і сучасний стан досліджень та практичних розробок у сфері біоматеріалів призначених для використання у таких біомедичних технологіях, як спрямована доставка ліків, регенеративна медицина, діагностика. Сучасним напрямом біоматеріалів і біотехнології є створення біосумісних матеріалів які будуть взаємодіяти з біомолекулярними структурами організму, що дозволяють їх цілеспрямовано використовувати для розробки та моделювання матеріалів для реконструктивної хірургії, клітинної та тканинної інженерії. Розвиток біоматеріалів відбувається у тісному взаємозв'язку з розвитком біотехнологій, що є сукупністю методів і засобів створення біоматеріалів із новими хімічними, фізичними та біологічними властивостями – залежно від галузей їх застосування. Знання основних пріоритетних напрямків розвитку і застосування біоматеріалів в біотехнології дозволить забезпечити розуміння процесів, що відбуваються у біосистемах, та перетворення штучних і біогенних матеріалів з метою синтезу і доставки ліків до ушкоджених біооб'єктів, заміни частин тіла, молекулярної візуалізації, створення біочипів і молекулярних біосенсорів, маніпулювання ДНК та іншими молекулами.

Основною метою навчальної дисципліни «Біоматеріали і біотехнології» є формування у студентів теоретичних знань та набуття практичних навичок в біотехнології з використанням біосумісних матеріалів і клітинних технологій, що використовуються в області трансляційної і практичної медицини.

Ключові аспекти викладання навчальної дисципліни

Навчання з дисципліни «Біоматеріали і біотехнології» здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та стратегії взаємодії викладача та студента з метою засвоєння студентами матеріалу та розвитку у них практичних навичок.

Під час навчання з дисципліни «Біоматеріали і біотехнології» застосовуються:

- метод проблемно-орієнтованого навчання;
- стратегія активного навчання, за якою зв'язок педагога зі студентами здійснюється за допомогою опитувань, самостійних, контрольних робіт, тестів тощо.
- особистісно-орієнтовані розвиваючі технології, засновані на активних формах і методах навчання (командна робота (team-based learning), парна робота (think-pair-share);

Для більш ефективної комунікації з метою розуміння структури навчальної дисципліни «Біоматеріали і біотехнології» і засвоєння матеріалу використовується:

- Електронна пошта, Telegram/Viber (особиста комунікація зі студентами, надання зворотного зв'язку студентам стосовно навчальних завдань, надання рекомендацій, порад та зауважень).
- платформа дистанційного навчання "Сікорський" на основі системи Moodle КПІ-Телеком та сервіс для проведення онлайн-нарад CiscoWebex Meetings, за допомогою яких спрощується розміщення та обмін навчальним матеріалом;
- здійснюється надання зворотного зв'язку студентам стосовно навчальних завдань та змісту навчальної дисципліни;
- оцінюються навчальні завдання студентів;
- ведеться облік виконання студентами плану навчальної дисципліни, графіку виконання навчальних завдань та оцінювання студентів.

Під час навчання та для взаємодії зі студентами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології для вирішення навчальних завдань, а також обладнання (проектор та електронні презентації для лекційних та практичних занять).

Місце навчальної дисципліни в програмі навчання

Дисципліна «Біоматеріали і біотехнології» має міждисциплінарний характер. Вона інтегрує відповідно до свого предмету знання з інших навчальних дисциплін: «Біоматеріали та біосумісність», «Технологія біомедичних продуктів». За структурно-логічною схемою програми підготовки фахівця дисципліна «Біоматеріали і біотехнології» тісно пов'язана з дисципліною професійної підготовки: «Тканинна інженерія»

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Біоматеріали і біотехнології» можна використовувати в подальшому під час опанування навчальних дисциплін:

- з циклу професійної підготовки (освітньо-професійна програма «Медична інженерія»): «Тканинна інженерія»;

Необхідні навички

1. Microsoft Word.
2. Microsoft PowerPoint.

Програмні результати навчання ¹

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Біоматеріали і біотехнології» студенти зможуть:

1. знати основні відомості про принципи розвитку і створення біосумісних матеріалів які використовують в біотехнології;
2. уміти оцінювати біологічні аспекти та наслідки взаємодії біоінженерних об'єктів з біологічними системами;
3. розуміти технології створення біосумісних матеріалів із заданими властивостями, що дозволяють їх цілеспрямовано використовувати в регенеративній медицині; спрямованій доставці лікарських засобів;
4. розуміти використання біотехнологічних підходів для виготовлення, проектування та розробки штучних органів і систем з врахуванням біосумісності біоматеріалів, що мають контактувати з середовищем живого організму.

Відповідність результатів навчання до компетентностей у стандарті вищої освіти можна переглянути у Додатку 1 «Програмні результати навчання (розширена форма)».

¹ Learning outcomes.

Перелік тем, завдання та терміни виконання

Програмні результати навчання, контрольні заходи та терміни виконання оголошуються студентам на першому занятті.

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання
1.	Загальна характеристика матеріалів із заданими властивостями	№ 1	Практична робота 1	1-й тиждень
2.	Класифікація матеріалів за їх біологічною дією на живий організм	№ 1,2	Практична робота 2 Лабораторна робота 1	2-й тиждень
3.	Головні функції біоматеріалів у організмі та їх функціональне призначення	№ 1	Практична робота 3	3-й тиждень
4.	Матеріали із заданими властивостями особливості їх структури. Сфери застосування	№ 1,2	Практична робота 4 Лабораторна робота 2	4-й тиждень
5.	Використання біоактивних біосумісних матеріалів як імплантатів	№ 1	Практична робота 5	5-й тиждень
6.	Біокомпозитні матеріали на основі наноструктурного титана і кальційфосфатного покриття для реконструкції опорно-рухового апарату.	№ 1,2	Практична робота 6 Лабораторна робота 3	6-й тиждень
7.	Біоматеріали натурального походження. Природні наноструктури	№ 1	Практична робота 7	7-й тиждень
8.	Вуглецеві наноструктури як складові матеріалів із заданими властивостями	№ 1,2	Практична робота 8 Лабораторна робота 4	8-й тиждень
9.	Застосування матеріалів із заданими властивостями з лікувальною та діагностичною метою	№ 1	Практична робота 9	9-й тиждень
10.	Біоматеріали з антимікробними властивостями	№ 1,2	Практична робота 10 Лабораторна робота 5	10-й тиждень

Біоматеріали і біотехнології

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання
11.	Ультрадисперсні порошки металів з вираженою біологічною активністю	№ 1	Практична робота 11	11-й тиждень
12.	Нанобіосенсори їх застосування в діагностиці захворювань	№ 1,2	Практична робота 12 Лабораторна робота 6	12-й тиждень
13.	Наноконструкції на основі нуклеїнових кислот	№ 1,2	Практична робота 13 Лабораторна робота 7	13-14-й тиждень
14.	Основні класи носіїв в системах доставки лікарських засобів	№ 1,2	Практична робота 14 Лабораторна робота 7	15-16-й тиждень
15.	Модульна контрольна робота.	№ 1, 2,3	Лабораторна робота 8	17-й тиждень
16.	Домашня контрольна робота	№ 2,4	Лабораторна робота 9 Презентація і захист ДКР	18-й тиждень

Система оцінювання

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Практична робота	13	1	13	13
2.	Лабораторна робота	18	2	9	18
3.	Модульна контрольна робота	9	3	3	9
4.	Домашня контрольна робота	10	10	1	10
5.	Дистанційне навчання/ Наукова діяльність	10	10	1	10
6.	Екзамен	40	40	1	40
	Всього				100

Результати оголошуються кожному студенту окремо у присутності або в дистанційній формі (у системі Moodle або е-поштою).

№ з/п	Модульна контрольна робота	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Відповідь правильна (не менше 90% потрібної інформації)	90	30	3	90

Біоматеріали і біотехнології

№ з/п	Модульна контрольна робота	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
2.	Несуттєві помилки у відповіді (не менше 75% потрібної інформації)	75	25	3	75
3.	Є недоліки у відповіді та певні помилки (не менше 60% потрібної інформації)	60	20	3	60
4.	Відповідь на тестове запитання з варіантами відповідей	10	10	1	10
5.	Відповідь відсутня або не правильна	0	0	3	0
	Максимальна кількість балів				100

№ з/п	Домашня контрольна робота	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Належне оформлення	10	10	1	10
2.	Відповідність змісту ДКР вимогам	40	40	1	40
3.	Вчасність подання ДКР на перевірку	10	10	1	10
4.	Презентація	20	20	1	20
5.	Захист	20	20	1	20
	Всього				100

№ з/п	Дистанційне навчання	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Відповідь на контрольні запитання онлайн-системі Webex або Zoom	40	10	4	40
2.	Відповідь на тести у системі Moodle	50	10	5	50
3.	Вчасність проходження дистанційного навчання	10	10	1	10
	Всього				100

У разі виявлення академічної не добросовісності під час дистанційного навчання – контрольний захід не враховується.

Семестрова атестація студентів

Обов'язкова умова допуску до екзамену/заліку		Критерій
1	Поточний рейтинг	RD \geq 60
2	Виконання семестрового індивідуального завдання	Проходження дистанційного навчання RD \geq 60
3	Виконання модульної контрольної роботи	Кількість балів RD \geq 60
4	Захист домашньої контрольної роботи	RD \geq 60

Біоматеріали і біотехнології

Додаткові умови допуску до залікової роботи:

1. Виконання практичних робіт;
2. Позитивний результат першої атестації та другої атестації;
3. Відвідування 60% лекційних занять.

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою ²

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре
$75 \leq RD \leq 84$	Добре
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо
$RD < 60$	Незадовільно
Невиконання умов допуску	Не допущено

Додаткова інформація стосовно іспиту/заліку/співбесіди:

Студент має право покращити свої бали з модульної контрольної роботи у разі її своєчасного написання на запланованому занятті.

Політика навчальної дисципліни

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Своєчасне виконання практичної роботи (за кожну таку роботу)	+ 1 бал	Порушення термінів виконання практичної роботи (за кожну таку роботу)	- 1 бал
Своєчасне виконання лабораторної роботи(за кожну таку роботу)	+ 1 бал	Порушення термінів виконання лабораторної роботи (за кожну таку роботу)	- 1 бал
Оформлення домашньої контрольної роботи як наукової роботи для участі у конкурсі студентських наукових робіт	+ 5 балів	Невчасне подання домашньої контрольної роботи	- 5 балів
Написання тез, статті, участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах або конкурсах за тематикою навчальної дисципліни	+ 5 балів	Невчасне написання модульної контрольної роботи (на запланованому занятті)	- 5 балів

Відвідування занять

Відвідування лекцій, практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання.

Система оцінювання орієнтована на отримання балів за своєчасність виконання студентами практичних робіт, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи

Індивідуальне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання, але до терміну виставлення поточної атестації (або заліку / іспиту), оцінюється зі штрафними балами.

Індивідуальне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання та після терміну виставлення поточної атестації (або заліку / іспиту), не оцінюється.

Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація студентів (далі–атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами³.

Критерій		Перша атестація	Друга атестація	
Термін атестації ⁴		8-ий тиждень	14-ий тиждень	
Умови отримання атестації	Поточний рейтинг ⁵	≥ 15 балів	≥ 40 балів	
	Виконання практичних робіт	Практична робота № 1-6	+	+
		Практична робота № 7-13	—	+
	Виконання лабораторних робіт	Лабораторна робота № 1-3	+	+
		Лабораторна робота № 4-8	—	+
	Виконання модульної контрольної роботи	Модульна контрольна робота	—	+
Виконання домашньої контрольної роботи	Домашня контрольна робота	—	+	

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

² Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговою системою оцінювання відповідно до рекомендацій Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського, ухвалених протоколом №7 від 29.03.2018 року.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Додаткова інформація стосовно процедури оскарження результатів: студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Дистанційне навчання (необов'язковий пункт)

Дистанційне навчання через проходження онлайн-курсів у системі Moodle за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти онлайн-курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні (практичні роботи, модульна контрольна робота, реферативна робота).

Виставлення оцінки за дистанційне навчання шляхом перенесення результатів проходження онлайн-курсів у системі Moodle передбачено лише для контрольних запитань і результатів тестування за виконання індивідуального завдання.

Виставлення оцінки за контрольні заходи (практичні роботи, модульна контрольна робота, реферативна робота) шляхом перенесення результатів проходження онлайн-курсів не передбачено.

Інклюзивне навчання (необов'язковий пункт)

Навчальна дисципліна «Біоматеріали і біотехнології» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, але слід враховувати велике навантаження на зоровий апарат. В залежності від особливих потреб студентів можливе використання дистанційного навчання.

Навчання іноземною мовою (необов'язковий пункт)

Навчальна дисципліна «Біоматеріали і біотехнології» передбачає її вивчення на англійській мові за навчальним планом кафедри для іноземних студентів. У процесі викладання навчальної дисципліни використовуються матеріали та джерела англійською мовою.

Враховуючи студентоцентризований підхід, за бажанням україномовних студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою англійськомовних онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

Поза аудиторні заняття

В межах вивчення навчальної дисципліни поза аудиторні заняття не передбачаються.

³ Рейтингові системи оцінювання результатів навчання: Рекомендації до розроблення і застосування. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 20 с.

⁴ Тамсамо.

Додатки

Додаток 1. Програмні результати навчання (розширена форма)

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Біоматеріали і біотехнології» студенти зможуть:

Результати навчання		Відповідність результатів навчання до компетентностей у СВО ⁶	
		Загальні компетентності (soft skills)	Спеціальні компетентності (фахові)
1.	Знати основні відомості про принципи розвитку і створення біосумісних матеріалів які використовують в біотехнології;	Знання основних напрямків використання біоматеріалів. Класифікація матеріалів за їх біологічною дією на живий організм.	Уміти обґрунтувати вибір біоматеріалу у відповідності з технічним завданням при конструюванні виробу біотехнологічного призначення.
2.	Уміти оцінювати біологічні аспекти та наслідки взаємодії біоінженерних об'єктів з біологічними системами;	Використовувати фізичні, біофізичні та фізико-хімічні закономірності в експериментальній, теоретичній та проектно-конструкторській діяльності.	Знати фактори, що визначають токсичність біоматеріалів; збільшення хімічно-реакційної здатності, продукції вільних радикалів; невеликі розміри, що дають можливість зв'язуватися з нуклеїновими кислотами, проникати в клітинні органели.
3.	Розуміти технології створення біосумісних матеріалів із заданими властивостями, що дозволяють їх цілеспрямовано використовувати в регенеративній медицині; спрямованій доставці лікарських засобів;	Знати біологічні реакції організму на імплантуємі матеріали	Уміти обґрунтувати використання біоактивних біосумісних матеріалів як імплантатів, які мають утворювати прямі біохімічні зв'язки з імплантованим матеріалом і сприяти росту нових кісток.
4.	Розуміти використання біотехнологічних підходів для виготовлення, проектування та розробки штучних органів і систем з врахуванням біосумісності біоматеріалів, що мають контактувати з середовищем живого організму	Знання міжнародної системи тестів для оцінки біосумісності медичних матеріалів і виробів. Навички використання тестів для токсикологічних досліджень in vitro и in vivo, дослідження на гемосумісність.	Знати матеріали для клітинної інженерії, методів і способів дослідження адсорбції протеїнів і біомолекул до поверхні біоматеріалів для клітинних матриксів.

Додаток 2. Методичні рекомендації до написання та оформлення реферативної роботи

Одним з основних видів семестрового контролю під час опанування навчальної дисципліни «Біоматеріали і біотехнології» є виконання домашньої контрольної роботи. Домашня контрольна робота виконується згідно з вимогами, у термін, зазначений викладачем.

Має на меті розвинути навички самостійної роботи з біоматеріалами біотехнологічного призначення. Студент може писати домашню контрольну роботу тільки на погоджену з викладачем тему.

У домашній контрольній роботі розкриваються такі основні питання:

1. Використання об'ємного наноструктурного титану і пористих кальцій-фосфатних покриттів для створення медичних імплантатів нового покоління.
2. Імплантати з нанотекстурованою поверхнею.
3. Наноконструкції на основі нуклеїнових кислот.
4. Використання фрагментів нуклеїнових кислот, збагачених атомами металу, для створення електронних пристроїв.
5. Штучні мембрани, як аналоги біомембран, використання їх для створення штучних органів.
6. Терапевтичні та діагностичні наночастинки.
7. Наноконтейнери для доставки ліків.
8. Властивості нанопорошкових систем на основі заліза, нікелю.
9. Специфічні наноносії з рецепторними молекулами.
10. Система доставки лікарських засобів на основі біополімерів.

Титульний аркуш домашньої контрольної роботи повинен мати такий зміст: назва університету; назва факультету; назва кафедри; назва спеціальності, назва освітньо-професійної програми, реєстраційний номер, назва навчальної дисципліни; тема домашньої контрольної роботи; прізвище та ім'я студента, курс, номер академічної групи, рік.

За титульним аркушем слідує детальний план (зміст) домашньої контрольної роботи, в якому треба виділити вступ, 2-3 розділи основного змісту, висновок, список використаних джерел. У змісті праворуч позначаються номери сторінок початку кожного питання. Кожен розділ починається з нової сторінки.

Загальний обсяг домашньої контрольної роботи в залежності від обраної теми може варіюватися від 10 до 15 сторінок основного тексту (за узгодженням з викладачем). Обсяг домашньої контрольної роботи визначається вмінням студента стисло і водночас вичерпно розкрити тему: актуальність теми, що розглядається, проаналізувати кращі зарубіжні та українські технології, зробити висновки та обґрунтувати власні пропозиції та рекомендації.

Обов'язкова вимога: чітке посилання на джерела інформації. Всі цифри, факти, думки вчених, цитати, формули повинні мати посилання у вигляді [2, с.54] (перша цифра означає номер джерела у наведеному в кінці творчої роботи списку літератури, а друга цифра – номер сторінки у цьому джерелі). Список використаних джерел (не менше 8 джерел) оформляється згідно з діючими правилами. Якщо інформація взята з мережі Інтернет, потрібно, як і для звичайної літератури, вказати автора, назву статті, а потім навести адресу сайту в Інтернет.

Домашня контрольна робота оцінюється за критеріями: логічності плану; повноти й глибини розкриття теми; кількості використаних джерел і чіткості посилань на них; оформлення;

Біоматеріали і біотехнології

обґрунтування власної думки студента з цього питання у вигляді висновку.

Граничний термін подання домашньої контрольної роботи на перевірку: за 10 днів до початку залікової сесії.

Домашня контрольна робота не перевіряється на плагіат, але повинна відповідати вимогам академічної доброчесності. У разі виявлення академічної не доброчесності, робота анулюється і не перевіряється.

⁶ Наказ Міністерства освіти і науки України № 1264 від 19.11.2018 року «Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 163 Біомедична інженерія» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти».