Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Трансляційної медичної
біоінженерії

Біоматеріали та біосумісність
Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізитинавчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	***Перший бакалаврський рівень***
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	163 Біомедична інженерія
Освітня програма	Регенеративна та біофармацевтична інженерія
Статус дисципліни	Нормативна дисципліна
Форма навчання	*Очна (денна)*
Рік підготовки, семестр	*2 курс, весняний семестр*
Обсяг дисципліни	*4 кредити ECTS (120 годин)*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*Залік/ модульна контрольна робота /*
Розклад занять	*30 лекційних годин та 16 годин практичних занять.* *2 години лекційних та 2 години практичних занять на тиждень*
Мова викладання	*Українська/англійська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекції : к.б.н., с.н.с. Беспалова Олена Ярославівна http://bi.fbmi.kpi.ua/uk/bespalovaua/, o.bespalova@kpi.ua Практичні заняття: к.б.н. Беспалова Олена Ярославівна
Розміщення курсу	**https://do.ipo.kpi.ua**

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Що буде вивчатися. Сучасні основні напрямки використання біоматеріалів в медицині, класифікація та медико-технічні вимоги до матеріалів, які контактують з біологічним середовищем. Поняття біосумісність, біоінертність, біоактивність а також вивчення механізмів про процеси, що відбуваються на межі розділу біоматеріалу з кров'ю і тканинами, та про фізико-хімічні аспекти первинних стадій взаємодії сторонньої поверхні з білковими та клітинними компонентами живого організму, розвиток процесів кальцинації та біодеструкції. Матеріали для медичної апаратури та інструментів.

Чому це цікаво/треба вивчати

Навчальна дисципліна «Прикладна біохімія та біоматеріали. Частина 2. Біоматеріали та біосумісність» вивчає біосумісні матеріали які сьогодні гостро затребувані у загальній і серцево-судинній хірургії, ортопедії і стоматології, а також при виготовленні протезів кровоносних судин, штучних клапанів серця, систем кровообігу, лікарських форм нового покоління, сорбентів тощо. Розробка нових матеріалів медичного призначення, що мають контактувати з середовищем живого організму, належить до особливо складних завдань. Зацікавленість у таких біосумісних матеріалах особливо зросла з появою в останні роки нового напряму біомедичного матеріалознавства – клітинно-тканинної інженерії, що пов'язана з реконструктивною хірургією та розробкою біоштучних органів. При створенні медичних виробів використовують матеріали як натурального, так і штучного походження, що належать до загальновідомих у

матеріалознавстві класів (метали, кераміка, полімери, вуглець та їхні похідні), а також біотканини й гібридні матеріали, що є комбінацією біоматеріалів із функціональними клітинами тканин та інших живих органів.

Чому можна навчитися

Знання:

- щодо сучасної класифікації матеріалів за їх біологічною дією на живий організм, основних напрямків використання біоматеріалів в медицині;
- щодо загальних медико-технічних вимог до матеріалів, що контактують з біологічним середовищем, біологічних реакцій організму на імплантуємі матеріали;
- щодо міжнародної системи тестів для оцінки біосумісності медичних матеріалів і виробів;
- щодо матеріалів для медичної апаратури та інструментів, тканинної, клітинної інженерії.

Вміння:

- визначити біологічну реакцію організму на імплантований в нього матеріал медичного призначення;
- визначити поняття біосумісність, біоінертність, біоактивність медичних матеріалів;
- використовувати фізичні, біофізичні та фізико-хімічні закономірності в експериментальній, теоретичній та проектно-конструкторській діяльності;
- пояснити взаємодію біокераміки з кістковою тканиною, остеінтеграція, кальцифікація, біодеградація біоматеріалів, що використовуються для імплантатів.

Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями

Здобуті знання та уміння є важливим інструментом у проведенні науково-дослідних та організаційно-виробничих робіт у галузі регенеративної та біофармацевтичної інженерії, біотехнології та біомедичній інженерії.

Програмні компетентності, які мають бути сформовані після вивчення дисципліни, та які відповідають освітній програмі «Регенеративна та біофармацевтична інженерія»:

Інтегральна компетентність *(ОП введено в дію Наказом ректора НОН/75/2022 від 15.02.2022 р.:)*

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів хімічної, біологічної та медичної інженерії, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності *(ОП введено в дію Наказом ректора НОН/75/2022 від 15.02.2022 р.:)*

ЗК-5 Здатність проведення досліджень на відповідному рівні

Спеціальні (фахові) компетентності *(ОП введено в дію Наказом ректора НОН/75/2022 від 15.02.2022 р.:)*

ФК-2 Здатність забезпечувати інженерно-технічну експертизу в процесі планування, розробці, оцінці та специфікації медичного обладнання.

ФК-3 Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проєктування та оптимізації медичних приладів та систем.

ФК-5 Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем.

ФК-6 Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проєктування, розрахунку та випробувань при розробці біомедичних продуктів і послуг.

ФК-7 Здатність планувати, проєктувати, розробляти, встановлювати, експлуатувати, підтримувати, технічно обслуговувати, контролювати і координувати ремонт приладів, обладнання та систем для профілактики, діагностики, лікування і реабілітації, що використовується в лікарнях і науково-дослідних інститутах.

ФК-8 Здатність проводити дослідження та спостереження щодо взаємодії біологічних, природних та штучних систем (протези, штучні органи тощо).

ФК-9 Здатність ідентифікувати, формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов'язані з взаємодією між живими і неживими системами.

ФК-11 Здатність аналізувати біологічні об'єкти різних форм організації (акаріоти, прокаріоти, еукаріоти: клітини та тканини людини й тварин) та окремі їх частини (білки, нуклеїнови кислоти тощо) використовуючи біологічні, хімічні, фізичні та математичні методи.

Програмні результати навчання (відповідно до освітньої програми «Регенеративна та біофармацевтична інженерія») ***(****ОП введено в дію Наказом ректора НОН/75/2022 від 15.02.2022 р.)*:

ПРН-1 Організації та принципів функціонування біологічних об'єктів та окремих їх частин в умовах *in vivo* та *in vitro*, а також методів їх вивчення (оцінки) (біологічних, хімічних, фізичних, математичних).

ПРН-3 Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та застосування штучних біологічних і біотехнічних об'єктів та матеріалів медичного призначення.

ПРН-4 Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.

ПРН-12 Здійснювати контроль якості та умов експлуатації медичної техніки та матеріалів медичного призначення, штучних органів та протезів.

ПРН-17 Вміти вибирати та рекомендувати відповідне медичне обладнання і біоматеріали для оснащення медичних закладів та забезпечення основних стадій технологічного процесу діагностики, профілактики та лікування.

ПРН-19 Застосовувати знання з хімії та біоінженерії для створення, синтезу та застосування штучних біотехнічних та біологічних об'єктів.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна «Прикладна біохімія та біоматеріали. Частина 2. Біоматеріали та біосумісність» має міждисциплінарний характер. За структурно-логічною схемою програми підготовки фахівця дисципліна інтегрує відповідно до свого предмету знання з інших навчальних дисциплін: «Матеріалознавство та конструкційні матеріали»; «Біохімія». Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Прикладна біохімія та біоматеріали. Частина 2. Біоматеріали та біосумісність» можна використовувати в подальшому під час опанування навчальної дисципліни: «Основи стандартизації та промислова інженерія»

3. Зміст навчальної дисципліни

Освітній компонент 2. Прикладна біохімія та біоматеріали. Частина 2. Біоматеріали та біосумісність

Теми лекційних занять:

- Основні відомості про матеріали медичного призначення.
- Класифікація матеріалів за їх біологічною дією на живий організм.
- Матеріали для біомедичної апаратури та інструментів
- Біокераміка та її роль в імплантації.
- Матеріали для імплантації в ортопедії та стоматології.
- Композиційні матеріали.
- Загальна характеристика полімерів.
- Використання полімерних матеріалів в відновній хірургії.
- Полімерні матеріали для серцево-судинної хірургії.
- Матеріали для штучних клапанів серця.
- Мембрани медичного призначення.
- Шовні матеріали
- Полімери направленої біологічної дії.
- Матеріали для клітинної та тканинної інженерії

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Беспалова О.Я. Біоматеріли та біосумісність: Навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Медична інженерія» «Регенеративна та біофармацевтична інженерія» спеціальність 163 «Біомедична інженерія» . О.Я. Беспалова. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 97 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41413
2. Прикладна біохімія та біоматеріали. Частина 2. Біоматеріали та біосумісність. Практикум. Навчальний посібник для практичних робіт з кредитного модуля дисципліни «Прикладна біохімія та біоматеріали. Частина 2. Біоматеріали та біосумісність» для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Регенеративна та біофармацевтична інженерія» [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського: уклад. О.Я. Беспалова. - Електронні текстові дані (1 файл: 3,8 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 45 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48536
3. Біоматеріали та покриття : навчальний посібник / Л. Ф. Суходуб. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 300 с. https://drive.google.com/file/d/1s8_5WjzJMxT6dQPlChwnFNXLpMKJRnXP/view?usp=sharing
4. Біомедичні матеріали: від історії до сьогодення : навчальний посібник / Х. В. Берладір, Т. П. Говорун, О. М. Олешко. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 223 с. https://drive.google.com/file/d/1OiPjb5CG8ehjfAPfmwjh8hP07XHfB6Ex/view?usp=sharing
5. Біоактивні матеріали для регенерації кісткової тканини : навч. посібник / О. В. Саввова, Г. К. Воронов, О. І. Фесенко, Ю. О. Смирнова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 142 с. https://drive.google.com/file/d/1MAE__uF1kV1i4FJiJpB7q8i6HA4DrZV/view?usp=sharing

5. Додаткова література:

1. Панченко С.П. Проектування матеріалів медичного призначення. Конспект лекцій для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 132 Матеріалознавство / С.П. Панченко; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2022. – 73 с. https://drive.google.com/file/d/1GkdNBT5mVSXkKljCd68N7TidpUh6ud7o/view?usp=sharing
2. Boutrand, J.-P. (2012) Biocompatibility and performance of medical devices, Woodhead Publishing Limited eBooks. https://doi.org/10.1533/9780857096456.
3. María Rosa Aguilar, Julio San Román. Smart Polymers and their Applications' (2019) in Elsevier eBooks. https://doi.org/10.1016/c2017-0-00049-6.
4. Ebara, M. et al. (2014) Smart Biomaterials, NIMS monographs. https://doi.org/10.1007/978-4-431-54400-5.
5. Handbook of Harnessing Biomaterials in Nanomedicine (2021). https://doi.org/10.1201/9781003125259.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Теми лекційних занять:

- Основні відомості про матеріали медичного призначення.
  Історія розвитку біоматеріалознавства.Визначення поняття біоматеріали. Предмет та задачі біоматеріалознавства. Використання біоматеріалів в медицині.
  Основні напрямки використання біоматеріалів в медицині.
- Класифікація матеріалів за їх біологічною дією на живий організм.
  Загальні медико-технічні вимоги до матеріалів, які контактують з біологічним середовищем. Поняття біосумісність, біоінертність, біоактивність. Біологічна сумісність медичних матеріалів. Біологічна реакція організму на імплантований в нього матеріал медичного призначення.
- Матеріали для біомедичної апаратури та інструментів.
  Основна характеристика металів та їх сплавів.Фізико-механічні властивості металів та їх сплавів. Нержавіюча сталь та її призначення в медицині. Благородні метали. Характеристика сплавів та їх використання в стоматологічній ортопедії. Корозія металів під впливом біологічного середовища. Захист металів від біопошкоджень.
- Біокераміка та її роль в імплантації.
  Біоінертність та біосумісність керамічних матеріалів з організмом людини та зменшення їх ефекту на імунну систему. Класифікація біоактивних керамічних матеріалів. Типи керамік, найпоширеніших в медицині та сфери їх застосування. Біокерамічні матеріали для відновлення втрачених функцій окремих органів. Кераміка на основі оксидів алюмінію і цирконію.
- Матеріали для імплантації в ортопедії та стоматології.
  Матеріали для імплантації в ортопедії. Біологічні властивості матеріалів для імплантантії. Загальні властивості біологічних та синтетичних матеріалів для імплантації. Стоматологічні вироби на основі металів. Керамічні стоматологічні матеріали.
- Композиційні матеріали.
  Типи композиційних матеріалів. Механічна структура композиційних матеріалів. Використання композиційних біоматеріалів для тканинної інженерії. Створення штучних композитів.
- Загальна характеристика полімерів.

Класифікація та фізико-механічні властивості полімерів. Хімічні реакції їх отримання. Характеристика основних синтетичних полімерних матеріалів та використання їх в медицині. Термопластичні і термореактивні пластмаси. Гідрофобні та гідрофільні полімери.

- Використання полімерних матеріалів в відновній хірургії.
  Загальне поняття протези. Медико-технічні вимоги до полімерних матеріалів, які використовують для виготовлення протезів. Біомедичні вимоги до полімерних матеріалів які використовують для імплантації. Характеристика полімерних протезів за призначенням для організму.
- Полімерні матеріали для серцево-судинної хірургії.
  Загальні медико-технічні вимоги до матеріалів які контактують з біологічним середовищем. Отримання антитромбогенних полімерних матеріалів . Класифікація антитромбогенних матеріалів. Введення гепарину в полімерний матеріал. Використання плівок з покриттям із ендотелію для виготовлення штучних кровоносних судин і клапанів серця. Взаємодія полімерів з складовими крові.
- Матеріали для штучних клапанів серця.
  Механічні і біологічні клапани серця. Біоматеріали які застосовують для виготовлення протезів клапанів серця. Розробка і використання біологічних клапанів серця.
- Мембрани медичного призначення.
  Мембрани для діалізу крові. Мембранні оксигенатори крові. Основні вимоги до діалізних мембран. Характеристика діалізних мембран із целюлози..
- Шовні матеріали.
  Сучасний стан проблеми створення досконалого хірургічного шовного матеріалу. Типи хірургічних шовних ниток і вимоги до їх використання в медицині.
- Полімери направленої біологічної дії. *Основні типи полімерних матеріалів направленої біологічної дії. Використання їх в медицині.*
- Матеріали для клітинної та тканинної інженерії. *Основні типи матеріалів для клітинної та тканинної інженерії. Швидкість біодеградації матеріалу.*
- Гідрогелі. Загальні властивості гідрогелів. *Природні та синтетичні гідрогелі. Використання гідрогелів в клітинній інкапсуляції і тканинній інженерії. Конструювання хрящової тканини з використанням гідрогелів*

Теми практичних занять:

Практична робота 1. Матеріали біомедичного призначення.
Ознайомитись з матеріалами медичного призначення

Практична робота 2. Біологічні реакції організму на імплантуємі матеріали.
Біологічні властивості біосумісних біоматеріалів. Вимоги до біоматеріалів за дією на живий організм

Практична робота 3. Біосумісність металів та їх сплавів.
Особливості застосування металів та їх сплавів в медичній галузі. Біосумісність металів та їх сплавів, що використовуються в якості імплантатів в травматології

Практична робота 4. Взаємодія біокераміки з кістковою тканиною.
Біокерамічні матеріали для відновлення втрачених функцій окремих органів. Кераміка на основі оксидів алюмінію і цирконію. Загальні властивості біологічних та синтетичних матеріалів для імплантації. Остеінтеграція, кальцифікація біоматеріалів

Практична робота *5.* Оцінка біологічної безпеки медичних виробів.
Основні методи оцінки біологічної безпеки медичних виробів. Основні методи дослідження біосумісності матеріалів медичного призначення.

Практична робота *6.* Основні способи оцінювання гемосумісності полімерних матеріалів, які передбачають контакт з кров'ю.
Загальні медико-технічні вимоги до матеріалів які контактують з біологічним середовищем. Отримання антитромбогенних полімерних матеріалів . Класифікація антитромбогенних матеріалів.

Практична робота 7.
МКР

Практична робота 8.
Залікова робота

6. Самостійна робота здобувача

Загальний об'єм самостійної роботи в рамках дисципліни складає 74 година, зокрема:

- підготовка до практичних занять – 36 годин;
- підготовка до модульної контрольної роботи (МКР) – 4 годин;
- самостійне опрацювання тем – 28 години.
- підготовка до заліку 6 годин

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Здобувачам можуть нараховуватися заохочувальні бали. Сума заохочувальних балів не може перевищувати 5 балів.

Заохочувальні бали нараховуються за такі види діяльності:

- участь у міжнародних або всеукраїнських наукових конференціях, з'їздах тощо (за тематикою навчальної дисципліни) (за умови публікації тез доповідей) (5 балів);

Відвідування занять

Штрафні бали за відсутність на заняттях не виставляються. Однак, здобувачам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються практичні навички, необхідні для ґрунтовного формування відповідних компетентностей.

Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи оцінювання

Контрольні заходи оцінювання, виконання яких передбачено на занятті, проводяться у завчасно визначений день, який оголошується здобувачам на першому тижні освітнього процесу. Виконання таких контрольних заходів оцінювання в інший день дозволяється за вагомих та/або форс-мажорних обставин.

Практичне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання, але

до терміну виставлення поточної атестації (або заліку / іспиту), оцінюється зі штрафними балами.
Результат модульної контрольної роботи для здобувача, який не з'явився на контрольний захід, є нульовим. У такому разі, здобувач має можливість виконати модульну контрольну роботу у інший час за погодженням із викладачем. Перенесення строків проходження тесту можливе лише з поважних причин (форс-мажорні обставини).
Повторне тестування в рамках модульної контрольної роботи не передбачене.

Забезпечення об'єктивності оцінювання здобувачів

Об'єктивність оцінювання здобувачів на всіх етапах оволодіння дисципліною забезпечується через наступні механізми. По-перше, використання тестових форм оцінювання знань. По-друге, детальні рекомендації щодо рейтингової системи оцінювання результатів навчання (розділ 8 Силабусу). По-третє, використання здобувачами та викладачами всіх можливих інструментів комунікацій, що забезпечують збереження історії комунікацій (електронна пошта, соціальні мережі, месенджери тощо). По-четверте, для перевіряння письмових видів робіт здобувачів у разі їх незгоди із результатами оцінювання може залучатися інший викладач, який має відповідну професійну компетенцію та призначений кафедрою на поточний навчальний рік. У разі відсутності узгодженої думки викладачів щодо оцінки роботи здобувача питання виноситься на засідання кафедри, а врегулювання питання здійснюється згідно з «Положення про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського» http://osvita.kpi.ua/node/182.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання

В день оголошення результатів контрольного заходу, здобувач має право в індивідуальному порядку задати всі питання, які його цікавлять стосовно результатів контрольного заходу. Якщо здобувач не погоджуються з оцінкою, він має право звернутися із апеляційною заявою до деканату факультету, що регламентовано «Положенням про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського» https://osvita.kpi.ua/node/182. Задля забезпечення об'єктивності оцінювання письмових робіт їх перевірка здійснюється двома викладачами кафедри (лектор; викладач, що проводить практичні заняття, чи інших викладач, що є компетентним з даної дисципліни та визначений кафедрою).

Академічна доброчесність

У разі використання контенту, захищеного авторським правом, результатів аналітичних досліджень та/або іншої інформації, здобувачі мають обов'язково вказувати джерело.
Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (https://kpi.ua/code). У разі виникнення потреби у перевірці академічних текстів, підготовлених здобувачам, на наявність текстових запозичень здобувач може звернутися безпосередньо до викладача або відповідальної особи кафедри з питань перевірки академічних текстів.

Норми етичної поведінки

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

Дистанційне навчання

Проходження он-лайн курсів передбачено у випадку форс-мажорних обставин (зокрема, карантинних заходів) та для інклюзивного навчання здобувачів із особливими потребами.

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна розрахована на вивчення для здобувачів із особливими освітніми потребами, але слід враховувати велике навантаження на зоровий апарат. В залежності від особливих потреб здобувачів можливе використання дистанційного навчання.

Навчання іноземною мовою (необов'язковий пункт)

Навчальна дисципліна «Прикладна біохімія та біоматеріали. Частина 2. Біоматеріали та біосумісність» 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 студентоцентрований підхід, за бажанням україномовних студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою англомовних онлайн-курсів за тематикою.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль

Робота на практичних заняттях передбачає:

- експрес контроль у вигляді виконання тестового завдання, що містить 10 питань по 0,5 балів за правильну відповідь дорівнює 5 балів. Передбачено 4 тести х 5 балів =20 балів.

- виконання практичного завдання ваговий бал **– 8** Максимальна кількість балів на 6 практичних заняттях дорівнює 8 бал х 6 практичних = **48** балів.

- Відповідь на 1 питання при експрес опитуванні ваговий бал -2,0
  Максимальна кількість балів на 4 експрес опитуваннях дорівнює 2,0 бали х 4 = **8** балів.

Критерії оцінювання відповіді на питання при експрес опитуванні :

Питання розкрито повністю	2,0- бала
Питання розкрито частково, містить незначні неточності	1,0-1,5 бали
Питання розкрито частково, містить значні неточності	0,5- 1,0 бал
Питання не розкрито.	0- балів

- *Модульна контрольна робота* (МКР) проводиться у вигляді тесту, який оцінюється у 24 бали.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Перший календарний контроль передбачає виконання практичних робіт №1-2, тесту №1, другий календарний контроль передбачає виконання практичних робіт № 3-5, тестових завдань № 2-3.

Максимальний семестровий рейтинг здобувача: 100 балів

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_C = 48+24+20+8= 100 \text{ балів.}$$

Семестровий контроль: **залік.**

Умови допуску до заліку є захист всіх практичних робіт, написання МКР не менше ніж на 15 балів, а також стартовий рейтинг (r_C) не менше 40 % від R_C, тобто **40** балів.
У разі семестрового рейтингу 60 балів та вище здобувач може отримати залік автоматично. У разі незгоди або рейтингу менше 60 балів студенти виконують залікову контрольну роботу.

Залік – це вид семестрового контролю, при якому засвоєння студентом навчального матеріалу оцінюється на підставі результатів поточного контролю. Для отримання заліку «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті проходять семестровий контроль у вигляді залікової тестової контрольної роботи.

Після виконання залікової тестової контрольної роботи, якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи.

Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, застосовується «жорстка» РСО – попередній рейтинг здобувача скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової тестової контрольної роботи. Цей варіант формує відповідальне ставлення здобувача до прийняття рішення про виконання залікової контрольної роботи, змушує його критично оцінити рівень своєї підготовки та ретельно готуватися до заліку.

Залікова контрольна робота проводиться у вигляді тесту, оцінюється в 100 балів і складається із 50 тестових питань по 2 бали за правильну відповідь в сумі дорівнює 100 балів

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	*Оцінка*
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
<60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Питання, що виносяться на семестровий контроль відповідають тематиці лекційних та практичних занять.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті, здійснюється згідно «Тимчасового положення про порядок визнання результатів навчання, набутих студентами КПІ ім. Ігоря Сікорського у неформальній/інформальній освіті» (https://osvita.kpi.ua/node/119).

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

Питання І з розділу 1 «Фундаментальні основи та прикладні аспекти біоматеріалознавства»

Тема 1.1. Основні відомості про матеріали медичного призначення.

1.Дати визначення поняття біоматеріали. Пояснити предмет та задачі біоматеріалознавства.

2.Визначити основні напрямки використання біоматеріалів в медицині.

3. Викласти вимоги до біоматеріалів за дією на живий організм.

3. Визначити поняття біосумісність, біоінертність, біоактивність.

4. Проаналізувати біологічну сумісність медичних матеріалів.

5. Охарактеризувати біологічну реакцію організму на імплантований в нього матеріал медичного призначення.

6. Пояснити біодеградаційні зміни медичного матеріалу в живому організмі.

7. Обгунтувати загальні медико-технічні вимоги до матеріалів, які контактують з біологічним середовищем.
8**.** Охарактеризувати матеріали для біомедичної апаратури та інструментів
9. Дати характеристику металевим матеріалам. Визначити фізико-механічні властивості металів та їх сплавів.
10. Охарактеризувати нержавіючу сталь та її призначення в медицині.
11. Дати характеристику сплавам та пояснити їх використання в стоматології та ортопедії.
12. Охарактеризувати корозію металів під впливом біологічного середовища. Захист металів від біопошкоджень.

Питання ІІ з розділу 1 «Фундаментальні основи та прикладні аспекти біоматеріалознавства»

Тема 1.2. Використання біоматеріалів в медицині.

1. Проаналізувати біоінертність та біосумісність керамічних матеріалів з організмом людини та зменшення їх ефекту на імунну систему.
2. Дати класифікацію біоактивних керамічних матеріалів.
3. Визначити типи керамік, найпоширеніших в медицині та сфери їх застосування.
4. Пояснити, як біокерамічні матеріаливикористовуються для відновлення втрачених функцій окремих органів.
5. Охарактеризувати кераміку на основі оксидів алюмінію і цирконію.
6. Дати характеристику матеріалам для імплантації в ортопедії та стоматології.
7. Охарактеризувати стоматологічні вироби на основі металів.
8. Охарактеризувати керамічні стоматологічні матеріали
9. Навести типи композиційних матеріалів.
10. Проаналізувати механічну структуру композиційних матеріалів.
11. Пояснити використання композиційних біоматеріалів для тканинної інженерії.
12. дати характеристику створення штучних композиційних матеріалів.
13. Охарактеризувати біокераміку на основі ортофосфата кальція її властивості і використання.

Питання ІІІ з Розділу 2 «Полімери медичного призначення»

Тема 2.1. Медичні матеріали для реконструкції біотканин. Тема 2.2. Полімери, які використовують для розділу і дифузії речовин

1.Класифікувати полімери та пояснити їх фізико-механічні властивості. Гідрофобні та гідрофільні полімери.
2. Охарактеризувати термопластичні і термореактивні пластмаси.
3. Які загальні медико-технічні вимоги до матеріалів, що контактують з біологічним середовищем.
4. Проаналізувати отримання та застосування антитромбогенних полімерних матеріалів.
5. Як полімерні матеріали використовуються в медичній техніці, стоматології та хірургії.
6. Охарактеризувати полімери, які використовують для розділу і дифузії речовин.
7. Дати загальну характеристику матеріалам, що використовують для виготовлення клапанів серця.
8. Як використовують полімери в травматології і ортопедії.
9. Як використовують полімери в офтальмології.
10. Охарактеризувати основні групи полімерів фармакологічного значення.
11. Дати характеристику полімерам з хімічно зв’язаними біологічно активними речовинами.
12. Пояснити властивості полімерних матеріалів, які використовують для штучних легенів. Газопроникність мембран.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):
Складено:
Доцентом кафедри трансляційної медичної біоінженерії к.б.н., с.н.с., Беспалова О.Я.

Ухвалено кафедрою трансляційної медичної біоінженерії (протокол №16 від 24 червня 2026 р.)
Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №10 від 25 червня 2026 р.)