



Клітинна, тканинна та біофармацевтична інженерія

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G22 Біомедична інженерія</i>
Освітня програма	<i>Регенеративна та біофармацевтична інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS /120 годин (16 лекційних годин, 14 годин практичних занять; 14 годин лабораторних; 76 год СРС)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua/
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор, практичні та лабораторні заняття: к.т.н., доцент. Луценко Тетяна Миколаївна https://bi.fbmi.kpi.ua/uk/lutsenkoua/
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/Nzk5ODkxODM5Njc4?cjc=putqcnxm

Програма навчальної дисципліни

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

Що буде вивчатися

Клітинна та тканинна інженерія – це галузь науки, завданням якої є створення нових клітин та отримання тканин, органів й організмів з клітинного матеріалу. Перевагами клітинної інженерії є те, що вона дає змогу експериментувати з клітинами, а не з цілими організмами, і навіть отримувати з клітин тканини та організми із заданими властивостями.

Сучасні досягнення клітинної та тканинної інженерії застосовуються для створення біофармацевтичних продуктів медичного призначення та імунобіологічних препаратів, в тому числі: стовбурові клітини та методи клонування багатоклітинних організмів; профілактичні, діагностичні та лікувальні препарати створені за допомогою клітинних технологій з використанням біоб'єктів та продуктів їх життєдіяльності; конструювання біосенсорів, імунна інженерія, у т.ч. гібридомна технологія, методи та засоби серологічної та молекулярно-генетичної діагностики.

Чому це цікаво/треба вивчати

Регенеративна медицина та біофармацевтична інженерія являє собою одну із найбільш сучасних та динамічних галузей охорони здоров'я. У провідних країнах світу до цієї галузі спрямовується стільки ж інвестицій, скільки на боротьбу із раком. В останні 10 років в Україні активно розгортається науково-дослідна та клінічно-виробнича інфраструктура регенеративної медицини.

Чому можна навчитися

Знання:

- Сучасних тенденцій у регенеративній (клітинна та тканинна) й біофармацевтичній інженерії у світі та в Україні.
- Біологічних, медичних, технологічних та інженерних принципів розробки, виготовлення та використання клітинних, тканинних та біофармацевтичних продуктів.
- Специфіки (особливостей) апаратурно-інструментального забезпечення процесів у клітинній, тканинній та біофармацевтичній інженерії.
- Основ правового та нормативно-технічного регулювання у галузі клітинної, тканинної та біофармацевтичної інженерії в Україні та розвинених країнах світу, у т.ч. принципів стандартизації у відповідній галузі.

Вміння:

- Розв'язування різних задач і проблем в галузі клітинної, тканинної та біофармацевтичної інженерії, що передбачає збирання та інтерпретацію інформації (даних), вибір методів та інструментальних засобів, застосування інноваційних підходів.
- Обґрунтовування складу, технології отримання та відповідного інженерного забезпечення виробництв клітинних, тканинних та біофармацевтичних продуктів.
- Обґрунтовувати конструкцію апаратів та приладів, необхідних для отримання й використання (у т.ч. контролювання) клітинних, тканинних та біофармацевтичних продуктів в залежності від їх передбачуваної медико-біологічної дії.
- Складати базові нормативно-технічні та нормативно-аналітичні документи для клітинних, тканинних та біофармацевтичних продуктів, а також біотехнічних засобів їх отримання й використання.

Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями

- Здобуті знання та вміння дають можливість працювати в установах, підприємствах та організаціях, що спеціалізуються на розробці, виготовленні, контролюванні клітинних, тканинних та біофармацевтичних продуктів, а також біотехнічних засобів їх отримання й використання.

Програмні результати навчання, які мають бути досягнуті після вивчення дисципліни та які відповідають освітній програмі «Регенеративна та біофармацевтична інженерія»:

Загальні компетентності

ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 03. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми (науково-дослідного, науково-технічного, проектного, виробничо-організаційного характеру), орієнтуючись зокрема на інноваційний сталий розвиток суспільства.

Фахові компетентності

ФК 01. Здатність вирішувати комплексні проблеми біомедичної інженерії із застосуванням методів математики, природничих та інженерних наук.

ФК 04. Здатність створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення.

ФК 06. Здатність досліджувати біологічні та технічні аспекти функціонування та взаємодії штучних біологічних і біотехнічних систем

ФК 09. Здатність використовувати інноваційні підходи у розробці біомедичних технологій на основі методів біомолекулярної, клітинної та тканинної інженерії

Програмні результати навчання, які мають бути досягнуті після вивчення дисципліни та які відповідають освітній програмі «Регенеративна та біофармацевтична інженерія»:

ПРН 02. Знати основні методичні прийоми культивування еукаріотичних клітин, а також технології їх застосування у наукових цілях, біомедичній інженерії, біології, медицині, фармації.

ПРН 03. Проектувати, конструювати, вдосконалювати, застосовувати медико-технічні та біоінженерні вироби, прилади, апарати і системи (у т.ч. медичні вироби біологічного та біотехнологічного походження), а також налагоджувати їх виробництво, з дотриманням сучасних технічних вимог, а також супроводжувати їх експлуатацію.

ПРН 05. Створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для всебічного дослідження і розробки біоінженерних, біотехнічних та біофармацевтичних об'єктів та систем медико-технічного призначення.

ПРН 07. Оцінювати біологічні і технічні аспекти та наслідки взаємодії інженерно-технічних і біоінженерних об'єктів з біологічними системами, передбачувати їх взаємний вплив, правові, деонтологічні і морально-етичні наслідки використання.

ПРН 09. Розробляти та управляти проектами науково-дослідних установ біоінженерного профілю, закладів охорони здоров'я, виробничих та логістичних об'єктів, що спеціалізуються на виготовленні та зберіганні медичних виробів та іншої продукції у системі охорони здоров'я, включаючи їх реконструкцію та модернізацію, на основі національних та міжнародних стандартів та настанов.

ПРН 10. Розробляти новітні біомедичні технології (продукти) із використанням методів біомолекулярної, клітинної та тканинної інженерії.

ПРН 13. Знання принципів розвитку і сучасних проблем створення біосумісних матеріалів в медичній практиці.

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

Пререквізити: Наявність вищої освіти освітнього рівня бакалавр.

Постреквізити: курсовий проєкт з цієї дисципліни, практика та виконання магістерської роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Клітинна та тканинна інженерія

Тема 1. Вступ до клітинної та тканинної

Тема 2. Науково-практичні та інженерно-технологічні засади отримання та використання стовбурових клітин

Тема 3. Основи гібридомної технології

Тема 4. Основи тканинної інженерії та штучні органи

Тема 5. Методи оцінки та характеристики клітинного та тканинного матеріалу, штучних органів

Розділ 2. Біофармацевтична інженерія

Тема 1. Основи біофармацевтичної інженерії

Тема 2. Технологія рекомбінантних білків медичного призначення

Тема 3. Розробка та виготовлення медичних виробів для in vitro діагностики, їх інженерно-організаційний супровід

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базові джерела

- Biomaterials for Tissue Engineering and Regeneration / ed. by A. Ressler, I. Uric. MDPI, 2023. URL: <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-6360-2>
- Медична мікробіологія, вірусологія та імунологія: підручник для студ. вищих мед. навч. закладів / За ред. В.П. Широбокова. – Вінниця: Нова Книга, 2021. – 920 с. (автори: Широбоков В.П., Климнюк С.І., Понятовський В.А., Бобир В.В., Виноград Н.О., Войцеховський В.Г., Галкін О.Ю. та ін. <https://nk.in.ua/pdf/1790.pdf>)
- Mitra, S., Tomar, P.C. Hybridoma technology; advancements, clinical significance, and future aspects. J Genet Eng Biotechnol 19, 159 (2021). <https://doi.org/10.1186/s43141-021-00264-6>
- Improving recombinant protein production in CHO cells using the CRISPR-Cas system / A. K. Kalkan et al. Biotechnology Advances. 2023. P. 108115. URL:

<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2023.108115>

- Lai, J., Wang, M. Developments of additive manufacturing and 5D printing in tissue engineering. Journal of Materials Research 38, 4692–4725 (2023). <https://doi.org/10.1557/s43578-023-01193-5>

Додаткові джерела

- Конспект лекцій з дисципліни «Регенеративна медицина та 3D друк для біомедичної інженерії» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 163 – Біомедична інженерія, освітня програма «Інтелектуальні штучні імпланти та медичні апарати в біоінженерії» / Уклад. С.В. Тимчик, Д.Х. Штофель. – Вінниця: ВНТУ, 2020. – 76 с. http://bmi.vntu.edu.ua/bioart/program/RM_lec.pdf
- Біотехнологічні основи створення засобів серологічної діагностики інфекційних та неінфекційних захворювань: монографія / О.Ю. Галкін, В.П. Широбоков, А.А. Григоренко та ін.; під ред. В.П. Широбокова. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 204 с.
- Engineering in Translational Medicine / Weibo Cai, Editor. Springer-Verlag London, 2014. 998 p. DOI: 10.1007/978-1-4471-4372-7.
- Principles of Regenerative Medicine. 3rd Edition. Editors: Anthony Atala Robert Lanza Tony Mikos Robert Nerem. Academic Press, 2018. 1454 p.
- Principles of Translational Science in Medicine. From Bench to Bedside. Second Edition. Edited by Martin Wehling. Elsevier, 2015. 332 p.
- Regenerative Medicine. Editor: Gustav Steinhoff. Springer Netherlands, 2013. 1220 p. DOI: 10.1007/978-94-007-5690-8.
- Stem Cells and Biomaterials for Regenerative Medicine. Editors Marek J. Łos, Andrzej Hudecki, Emilia Wiecheć. Academic Press, 2019. 230 p. DOI: 10.1016/C2016-0-03365-X
- Tissue Engineering. Second Edition. Editors Clemens A. van Blitterswijk and Jan de Boer. Elsevier, 2015. 856 p.
- Translational Medicine: Tools and Techniques. Edited by Aamir Shahzad. Elsevier, 2015. 180 p.
- Translational Regenerative Medicine. Editors Anthony Atala and Julie G. Allickson. 590 p. Academic Press, 2015. DOI: 10.1016/C2012-0-06956-6.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекції проводяться за класичною схемою: у наочній формі лектор викладає відповідну тему. Під час лекції та після її закінчення здобувачі мають можливість ставити запитання. З окремих питань лекційного курсу може проводитися дискусія між лектором та здобувачами – або акцентувати увагу на важливих, принципових та проблемних моментах. Здобувачі можуть робити нотатки під час лекцій, а презентація та/або конспект лекції чи його фрагменти викладаються із можливістю завантаження на платформі дистанційного навчання «Сікорський».

Практичні заняття мають на меті набуття більш глибоких знань та умінь з тем, що висвітлюються в рамках лекційного курсу та самостійно опановуються здобувачами. Алгоритм проведення практичного заняття передбачає наступне: викладач викладає базові (стратегічні) тези в рамках відповідної теми, здобувачі виступають із міні-повідомленнями із заздалегідь сформованими проблемними питаннями в рамках відповідної теми, відбувається дискусія між доповідачем, іншими здобувачами та викладачем, яка має на меті з'ясувати всі фундаментальні та прикладні аспекти відповідних технологій. За необхідності під час практичних занять відбувається вивчення (ознайомлення) нормативних документів, методичних рекомендацій тощо, а також розв'язання ситуаційних задач. На останньому практичному занятті проходить виконання здобувачами модульної контрольної роботи (МКР) у формі тесту. Матеріал, що є корисним для підготовки до практичних занять викладається із можливістю завантаження на платформі дистанційного навчання «Сікорський».

Лабораторні заняття мають на меті навчити здобувачів практичній роботі з клітинними та тканинними культурами та використанню їх в біофармацевтичній інженерії. На 1-му лабораторному

занятті передбачено ознайомлення здобувачів з правилами техніки безпеки та охорони праці при роботі в навчальній лабораторії. На початку кожного лабораторного заняття проводиться допуск. Виконання лабораторної роботи відбувається групами по 2-3 здобувача. Після виконання роботи кожен здобувач особисто повинен проаналізувати отримані результати, зробити на їх основі, відповідні висновки та захистити роботу.

Лекційні, практичні та лабораторні заняття проводяться згідно розкладу занять <https://schedule.kpi.ua/> за такою схемою: спершу проводяться лекційні заняття з теми, а потім практична та лабораторна робота, що стосується тієї ж теми. Деталізована інформація доводиться до відома здобувачів через відповідні канали зв'язку, зокрема через платформи «Сікорський» та «Кампус».

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кількість відведених годин
<u>Розділ 1. Клітинна та тканинна інженерія</u>		
Лекція 1	<u>Вступ до клітинної та тканинної інженерії</u> Визначення клітинної та тканинної інженерії і основних термінів. Проблеми розвитку клітинної, тканинної та біофармацевтичної інженерії у світі та в Україні. Клітини, культури клітин людини та тварин. Загальні науково-методичні основи вирошування культур клітин <i>in vitro</i> . Отримання перецельованих культур клітин. Техніка культивування. Організаційно-технічне та інженерно-апаратурне забезпечення. Приклади використання культур клітин у медицині та біотехнології	2
Лекція 2	<u>Науково-практичні та інженерно-технологічні засади отримання та використання стовбурових клітин</u> Визначення СК. Історія відкриття СК. Класифікація стовбурових клітин. Розвиток та диференціація СК. Основні методи та засоби отримання й зберігання стовбурових клітин. Методи та засоби ідентифікації (характеризації) стовбурових клітин. Реагенти для культивування, аналізу та диференціації СК. Обладнання та апаратура для культивування СК. Обладнання та апаратура для кріозберігання СК. Генотипування СК (HLA-типування). Потенційні можливості використання стовбурових клітин. Вимоги до клітинних технологій. Основні етапи створення клітинної технології. Проблеми використання СК. Використання методів генної інженерії. Генна терапія. Умови клонування клітин. Терапевтичне клонування та клонування з метою вирошування нового організму. Простір стовбурових клітин в межах відповідного органу. Трансплантація СК. Алотрансплантати.	2
Лекція 3	<u>Основи гібридомної технології</u> Принципи гібридомної технології. Передумови та історія створення гібридомної технології. Науково-практичні засади отримання моноклональних антитіл та їх використання у біології, біотехнології та медицині.	2
Лекція 4	<u>Основи тканинної інженерії та штучні органи</u> Теоретичне обґрунтування можливості вирошування нових тканин із власних стовбурових клітин. Визначення процесу регенерації органів. Розповсюдженість процесів регенерації серед живих істот. Трансплантація донорських органів та тканин. Тканинна інженерія та проектування штучних органів. 3D біодрук. 3D біопринтери	2
<u>Розділ 2. Біофармацевтична інженерія</u>		
Лекція 5	<u>Основи біофармацевтичної інженерії</u> Класифікація біофармацевтичної продукції за функціонально-	2

	<i>споживчими характеристиками. Загальні принципи стандартизації лікарських засобів, медичних виробів та іншої парафармацевтичної продукції. Фармацевтична розробка: загальні принципи та особливості біопрепаратів.</i>	
Лекція 6	Технологія рекомбінантних білків медичного призначення <i>Біотехнологічні підходи до створення продуцентів рекомбінантних білків. Про- та еукаріотичні системи експресії. Ферментація та методи індукції синтезу рекомбінантних білків. Методи виділення та очистки рекомбінантних білків. Технологія отримання рекомбінантних моноклональних антитіл. Особливості стандартизації рекомбінантних білків терапевтичного та діагностичного призначення. Перспективи розвитку ринку рекомбінантних препаратів. Конструкція приладів та апаратів, необхідних для отримання рекомбінантних продуктів; апаратурно-технологічні принципи контролю та автоматизації процесів.</i>	2
Лекція 7	Розробка та виготовлення медичних виробів для in vitro діагностики, їх інженерно- організаційний супровід <i>ІФА-набори для діагностики інфекційних, онкологічних захворювань та гормональних порушень. Розробка та технологія виробництва медичних виробів на основі ПЛР-набори. Особливості стандартизації медичних виробів для in vitro діагностики. Базове регулювання згідно технічного регламенту щодо медичних виробів для діагностики in vitro.</i>	2
Лекція 8	МКР	2
Всього		1

№ з/п	Назва теми практичних робіт та перелік основних питань	Кількість відведених годин
Практичне заняття 1	Принципи роботи з культурами клітин	2
Практичне заняття 2-3	Імунологічні методи у клітинній та тканинній інженерії Імунобіологічні діагностичні препарати	4
Практичне заняття 4-5	Методи досліджень у клітинній та тканинній інженерії. ПРОТОЧНА ЦИТОМЕТРІЯ	4
Практичне заняття 6-7	Стовбурові клітини	4
Всього		14

№ з/п	Назва теми лабораторних робіт та перелік основних питань	Кількість відведених годин
Лабораторна робота №1	Особливості роботи в клітинній лабораторії. Біобезпека та асептика	2
Лабораторна робота №2	Підготовка середовищ та допоміжних розчинів для культивування клітин	2
Лабораторна робота №3	Культивування перещеплюваних культур клітин людини і тварин	2
Лабораторна робота №4-5	№ 4–5. Приготування первинно-трипсинізованої культури клітин фібробластів ембріону курки	4
Лабораторна робота №6	Клітинно-матриксні конструкції в тканинній інженерії	2
Лабораторна робота №7	Методи оцінки клітинного та тканинного матеріалу. Імуноферментний аналіз (ІФА)	2
Всього		14

6. Самостійна робота здобувача

Загальний об'єм самостійної роботи в рамках дисципліни складає 76 години, зокрема:

- підготовка до лекційних занять – 7 годин;
- підготовка до практичних занять – 14 годин;
- підготовка до лабораторних занять – 14 годин;
- підготовка до модульної контрольної роботи (МКР) – 4 годин;
- підготовка до екзамену – 30 годин
- самостійне опрацювання тем – 7 години.

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 10 балів.

Заохочувальні бали нараховуються за такі види діяльності:

- створення інфографіки або іншого засобу графічної інтерпретації інформації для однієї з тем курсу (5 балів);
- участь у міжнародних або всеукраїнських наукових конференціях, з'їздах тощо (за тематикою навчальної дисципліни) (за умови публікації тез доповідей) (5 балів);
- підготовка рукопису оглядової чи експериментальної статті або участь у конкурсах (за умови зайняття призового місця) за тематикою навчальної дисципліни (10 балів).

Відвідування занять

Бали за присутність або 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 обставин.

У разі відсутності здобувача на практичному занятті, де передбачається його виступ із

повідомленням, такий виступ або переноситься на інше практичне заняття, або замінюється на підготовку аналітичної записки із відповідної теми обсягом 5-10 сторінок.

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 (непередбачувані обставини).

Повторне тестування в рамках модульної контрольної роботи не передбачене.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання

Після отримання коментарів від викладача з аргументацією щодо оцінки, здобувач має право в індивідуальному порядку задати всі питання, які цікавлять стосовно результатів контрольних заходів оцінювання. Якщо здобувач категорично не погоджується з оцінкою, він має також навести аргументи щодо своєї позиції та звернутися до завідувача кафедри для подальшого вирішення питання. У разі, якщо ситуація не вичерпана, питання розглядається на засіданні кафедри, призначається комісія у складі 3-х викладачів для більш об'єктивного оцінювання результатів навчання здобувача.

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>).

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

Пройходження 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.

Політика використання штучного інтелекту.

Використання штучного інтелекту регламентується «Політикою використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/1225>). Усі навчальні завдання з дисципліни мають бути результатом власної оригінальної роботи здобувача. Використання штучного інтелекту для автоматичної генерації відповідей без подальшого їх аналізу та доопрацювання заборонено. Здобувачам не рекомендується покладатися на штучний інтелект, як на єдине джерело інформації. Важливо перевіряти та аналізувати отримані дані з наукових джерел. Усі випадки використання штучного інтелекту для виконання завдань мають бути чітко вказані та задокументовані. Це стосується як використання текстових генераторів, так й інших інструментів штучного інтелекту. Використання штучного інтелекту має відповідати принципам академічної доброчесності. Недотримання цього положення розглядатиметься як порушення академічної етики.

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

Поточний контроль.

Робота на практичних заняттях передбачає короткі доповіді здобувача із заздалегідь визначеного питання (3 доповіді для кожного здобувача). Кожна доповідь оцінюється у 5 балів: повне розкриття питання – 5 балів, наявність незначних упущень – 4-3 балів, наявність незначних помилок – 2-1 балів, наявність суттєвих помилок – 0,5 бали.

Робота на лабораторних заняттях передбачає проведення лабораторної роботи та її захисту (всього 6 лабораторних робіт). Кожна лабораторна робота оцінюється у 5 балів: правильно підготовлений проткол та відповіді на всі питання – 5 бали, наявність незначних упущень – 3 бали, наявність значних помилок – 1 бал, наявність суттєвих помилок – 0,5 бали.

Модульна контрольна робота (МКР) проводиться у вигляді тесту, який оцінюється у 30 балів. Тест складається з 30 питань, за кожну правильну відповідь – 1 бал.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Перша контрольна точка передбачає наявність однієї доповіді здобувача на практичному занятті, друга – не менше двох доповідей.

Максимальний семестровий рейтинг здобувача: 30 балів (4 повідомлення на практичних заняттях+3 повідомлення на лабораторних заняттях) + 30 балів (МКР) = 60 балів.

Семестровий контроль: екзамен. Умови допуску до семестрового контролю: виконання трьох доповідей на практичних заняттях та виконання МКР (із сумарним рейтингом не менше 60 балів). У разі семестрового рейтингу 60 балів та вище здобувач може отримати екзамен автоматично. У разі незгоди або рейтингу менше 60 балів відбувається складання екзамену у формі он-лайн тестування, що складається із 40 тестових питань, по 1 балу за кожну правильну відповідь.

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 «Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті» (<https://osvita.kpi.ua/node/179>).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцент каф. ТМБІ, к.т.н., доц. Луценко Т.М.

Ухвалено кафедрою ТМБ (протокол № 21 від 20 червня 2025 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №12 від 30 червня 2025 р.)