Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних електронних систем
Кафедра біомедичної інженерії та оптико-електронних систем

Біохімія
обов'язковий освітній компонент
І (бакалаврський) рівень вищої освіти

Освітня програма **Біомедична інженерія**
Спеціальність **163 Біомедична інженерія**
Викладач: **Штофель Д. Х.**, к. т. н., доцент
Мови викладання: **українська**
Семестр – **3**
Кредитів ЄКТС – **5,5**
Лекції – **45 год.**
Лабораторні роботи – **27 год.**
Практичні роботи – **9**
Курсова робота – **45 год.**
Самостійна робота – **39 год.**
Вид контролю – **екзамен**

Передумови для вивчення: Дисципліна «Біохімія» базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні дисциплін «Анатомія та фізіологія людини», «Загальна хімія», а також шкільного курсу хімії. Ця дисципліна безпосередньо пов'язана і передує вивченню дисципліни «Біофізика».

Мета курсу вивчення студентами будови та біологічних властивостей хімічних речовин, які беруть участь у процесах життєдіяльності організмів; ознайомлення з будовою, властивостями, застосуванням та технологією біоматеріалів.

Компетентності

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК10. Навики здійснення безпечної діяльності.

ЗК12. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства

та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина України.

ЗК13. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ЗК14. Здатність дотримуватись принципів академічної доброчесності під час навчання та в подальшій професійній діяльності.

СК3. Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів і систем.

СК5. Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем.

СК6. Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку та випробувань при розробці біомедичних продуктів і послуг.

СК8. Здатність проводити дослідження та спостереження щодо взаємодії біологічних, природних та штучних систем (протези, штучні органи та ін.).

СК12. Здатність проектувати і визначати умови застосування біомедичних імплантів.

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.

Програмні результати навчання

ПРН 1. 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 2. Формулювати логічні висновки та обґрунтовані рекомендації щодо оцінки, експлуатації та впровадженні біотехнічних, медико-технічних та біоінженерних засобів і методів.

ПРН 6. Вміти спілкуватися з професіоналами в області охорони здоров’я державною та іноземною (англійською або однією з інших офіційних мов ЄС) мовами та розуміти їхні вимоги до біомедичних продуктів і послуг.

ПРН 9. Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та застосування штучних біологічних і біотехнічних об’єктів та матеріалів

медичного призначення.

ПРН 10. Вміти планувати, організовувати, направляти і контролювати медико-технічні та біоінженерні системи і процеси.

ПРН 11. Здійснювати контроль якості та умов експлуатації медичної техніки та матеріалів медичного призначення, штучних органів та протезів.

ПРН 18. Застосовувати знання з хімії та біоінженерії для створення, синтезу та застосування штучних біотехнічних та біологічних об'єктів.

ПРН 20. Проектувати, вибирати матеріал та розробляти технологію виготовлення біомедичних імплантів.

Тематика курсу

Змістовий модуль 1. Біогенні речовини та біохімічні процеси в організмі людини.

Тема 1. Хімічні елементи в живих організмах.

Органогенні елементи. Макроелементи. Мікроелементи. Хімічна взаємодія та зв'язки в органічних сполуках. Термодинамічні потенціали. Зміна стандартної вільної енергії й константа рівноваги. Кінетика хімічних реакцій. Хімічний і електрохімічний потенціали. Ентальпія. Ентропія. Роль і значення мінеральних речовини в організмі людини. Вода. Розчинники. Розчини. Властивості води. Водневий показник. Зв'язана вода. Гідрофільні та гідрофобні взаємодії. Біохімічні функції нирок. Сеча і сечоутворення. Молекули в живих організмах. Класи біоорганічних сполук. Реакції між ними. Номенклатура біоорганічних сполук.

Тема 2. Біоорганічні речовини та їх обмін.

Молекули в живих організмах. Вуглеводні та їх похідні. Карбонові кислоти. Біоорганічні сполуки азоту. Гетероциклічні сполуки. Обмін речовин в організмі. Методи вивчення обміну речовин. Дослідження in vitro та in vivo. Вуглеводи. Моносахариди. Олігосахариди. Полісахариди. Метаболізм вуглеводнів. Регуляція вмісту глюкози в крові. Ліпіди. Структура і властивості ліпідів. Нейтральні ліпіди. Фосфоліпіди. Сфінголіпіди. Метаболізм ліпідів. Ліпопротеїди у крові. Обмін вищих жирних кислот. Обмін жирів у тканинах. Кетонові тіла. Обмін холестеролу.

Тема 3. Енергетичний обмін.

Перетворення енергії в організмі. Макроергічні сполуки. Нікотинамідні сполуки. Дегідрогенази. Цитохроми. Біологічне окиснення. Окисно-відновні реакції в організмі. Синтез АТФ. Тканинне дихання. Гліколіз. Аеробне та анаеробне окиснення глюкози. Цикл трикарбонових кислот. Глюкогенез. Обмін

глікогену. Дихальний ланцюг (ланцюг перенесення електронів). Катаболізм харчових речовин.

Тема 4. Будова і властивості білків.

Будова амінокислот. Їх класифікація. Виявлення амінокислот. Пептидний зв'язок. Утворення поліпептиду. Утворення структури білків. Фолдинг білків у 7 клітині. Функції та властивості білків. Вплив інших речовин на функціонування білків. Ферменти. Міоглобін. Гемоглобін. Актино-міозиновий комплекс. Імуноглобуліни. Фізико-хімічні властивості білків. Виділення білків. Реакції для виявлення білків. Ензимологія. Властивості ферментів. Класифікація та номенклатура ферментів. Кофактори. Коферменти. Механізм дії ферментів. Етапи ферментативного каталізу. Кінетика ферментативних реакцій. Інгібітори ферментів. Регуляція метаболічних процесів. Ензимопатії. Ферменти у медицині.

Тема 5. Нуклеїнові кислоти.

Загальна характеристика нуклеїнових кислот. Азотисті основи та їх властивості. Структура нуклеїнових кислот. Організація структури ДНК. Хроматин. Денатурація та ренатурація ДНК. Будова і властивості РНК. Метаболізм нуклеїнових кислот. Біосинтез нуклеотидів. Біосинтез ДНК. Реплікація ДНК. Біосинтез РНК. Рибосоми. Експресія генів. Генетичні рекомбінації. Генна інженерія.

Тема 6. Біосинтез білків.

Амінокислотний обмін. Біологічна цінність білка. Травлення білків. Катаболізм амінокислот. Сечовина. Обмін азоту в організмі. Орнітиновий цикл. Біосинтез амінокислот. Похідні амінокислот. Біосинтез білка. Трансляція. Транскрипція. Посттрансляційна модифікація. Утворення білкових молекул. Регуляція синтезу білка. Білкова різноманітність. Основи протеоміки.

Тема 7. Біохімія крові та імунної системи.

Функції та хімічні властивості крові. Дихальна функція еритроциту. Біохімія гемоглобіну. Буферні системи крові. Хімічний вміст плазми крові. Згортальна система крові. Антизгортальна система крові. Фібринолітична система крові. Біохімічні властивості гомеостатичної системи. Організація імунної системи. Біохімічні компоненти імунної системи. Гуморальні компоненти імунітету. Імуноглобуліни. Цитокіни. Система комплементу. Механізми імунної реакції. Імунодефіцитні стани.

Тема 8. Біохімія тканин.

Біохімічна характеристика травного тракту. Склад та реакція слини, шлункового соку, кишкових соків. Біохімія печінки. Знешкодження токсинів.

Обмін жовчі. Біохімія м’язів. М’язове скорочення. Сполучна тканина. Білки сполучної тканини (колаген, еластин). Кісткова тканина. Біохімія нервової системи. Нейромедіатори. Рецептори та механізми їх дії. Нейрохімічний вплив психотропних засобів. Ракові пухлини. Отрути та механізм їх дії. Біохімічний скринінг. Біохімічний аналіз та обладнання для його автоматизації. Основи біотехнології. 8

Змістовий модуль 2. Біоматеріали.

Тема 9. Поняття біоматеріалів та їх застосування в медицині.

Визначення біоматеріалів. Їх класифікація. Вимоги до біоматеріалів. Біотрибологія. Протезування. Імплантологія. Методи дослідження біоматеріалів та тканин. Механічні, електричні, оптичні та інші методики визначення властивостей біоматеріалів.

Тема 10. Біосумісність матеріалів.

Поняття біосумісності. Механізми біосумісності, остеоінтеграції та сполучення біологічних тканин з імплантатами. Морфо-функціональна сумісність. Металічні матеріали в імплантології. Титан та його сплави. Корозійна стійкість металів. Леговані, неіржавні сталі та сплави кобальта. Біосумісні покриття.

Тема 11. Біокераміка.

Застосування керамічних матеріалів у медицині. Металокераміка. Корундова біокераміка. Біоскло. Матеріали на основі гідроксиапатиту. Трансформаційне зміцнення біоматеріалів. Переваги і недоліки біокерамічних матеріалів. Технологія одержання біокераміки.

Тема 12. Полімерні біоматеріали.

Природні полімери як біоматеріали. Застосування синтетичних полімерів у медицині. Біокомпозити. Вуглець-вуглецеві композити на основі вуглецевих волокон. Композити на основі полімерної матриці. Властивості біодеградації полімерів. Структурні матеріали. Шовні матеріали. Ізоляційні матеріали. Полімерні протези та штучні тканини. Переробка та утилізація відходів при виробництві та застосуванні біоматеріалів.

Тема 13. Основи тканинної інженерії.

Принципи і засади тканинної інженерії. Регенеративна інженерія. Біоактивні гелі. Біореактори та біоінкубатори. Матеріали та технології формування тканин. Методи збірки тканин. Біологічний 3D-друк. Розумні (інтелектуальні) матеріали. Інтелектуальні технології в протезуванні. Біосенсори

Практичні заняття

1. Функціональні групи і номенклатура органічних сполук.
2. Розрахунок циклу трикарбонових кислот.
3. Методи дослідження протеїнів: електрофорез, мас-спектрометрія.
4. Дослідження моделей біохімічних перетворень.
5. Методи вивчення біоматеріалів: мікроструктурний аналіз.
6. Проектування матеріалів на основі гідроксиапатиту.

Лабораторні роботи

1. Дослідження властивостей вуглеводів та ліпідів.
2. Дослідження якісних реакцій на білки.
3. Виділення ДНК з біоматеріалу.
4. Імуноферментний аналіз.
5. Біохімічний аналіз крові.
6. Дослідження корозійної стійкості біоматеріалів.
7. Визначення кута контакту поверхні біокерамічного матеріалу і біологічної рідини.
8. Тестування полімерних біоматеріалів.
9. Дослідження біорезорбційних властивостей матеріалів.

Індивідуальні завдання

Під час вивчення дисципліни студенти розв’язують задачі, готують доповіді, презентації, есеї, виконують індивідуальні домашні завдання. Крім того, за рішенням кафедри та за узгодженням з науковим керівником здобувачі освіти готують доповіді на щорічну науково-технічну конференцію ВНТУ.

Згідно з навчальним планом за індивідуальними завданнями студентами виконується курсова робота, яка присвячена дослідженню і модельному аналізу протехнових структур. Курсова робота включає теоретичну частину, зміст її полягає в розкритті певної теми, вивченні та узагальненні матеріалу літературних джерел, описі та аналізі біохімічних процесів, проведення класифікації речовин, дослідження їх біосумісності, механічних та хімічних властивостей, виборі обладнання та умов синтезу певних матеріалів, проектуванні технології хімічних процесів на виробництві або в дослідних умовах, розробці методів, систем і технологій біоматеріалів. Практична частина передбачає модельне дослідження певного білка, який необхідно визначити за заданою послідовністю ДНК, змоделювати його 3D структуру в програмі BIOVIA Discovery Studio, проаналізувати властивості білка за даними моделювання, спроєктувати речовину-ліганд для білка та провести докінг їх взаємодії. Теми курсових робіт затверджуються на засіданні кафедри.

На виконання курсової роботи відводиться 45 годин, 1,5 кредити ECTS.

Форми контролю

Поточний контроль здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час виконання і захисту практичних і лабораторних робіт та індивідуальних завдань; підсумковий контроль – тестування, колоквіум, опитування, екзамен, захист курсової роботи.

Оцінювання результатів навчання

Вид роботи	Модуль 1	Модуль 2
	1	2
1. Лабораторні роботи (1 робота – 3 бали)	15	12
2. Практичні завдання (1 робота – 3 бали)	6	6
3. Колоквіум	15	14
4. Самостійна робота	4	3
Сума за модуль	40	35
Екзамен	25	
Всього за курс	100	

Шкала відповідності оцінок та балів

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS
90 – 100	**A**
82 – 89	**B**
75 – 81	**C**
64 – 74	**D**
60 – 63	**E**
35 – 59	**FX** (незадовільно з можливістю повторного складання)
0 – 34	**F** (незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни)

Політика курсу

Викладач та всі учасники освітнього процесу з дисципліни зобов'язані дотримуватися тих морально-етичних норм, які викладені у Кодексі етики ВНТУ, Положення про академічну доброчесність у ВНТУ, Положення про рейтингову систему оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти у Вінницькому національному технічному університеті і розуміють, що за порушення викладених у положеннях принципів учасники освітнього процесу несуть повну особисту відповідальність.

Базові інформаційні ресурси

1. Біохімія : підручник / Л. І. Остапченко, Т. Р. Андрійчук, Ю. Д. Бабенюк та ін. ; упоряд. О. В. Скопенко. – К. : Київський університет, 2012. – 695 с.
2. Da Poian, A. T. Integrative Human Biochemistry: A Textbook for Medical Biochemistry / Andrea T. Da Poian, and Miguel A. R. B. Castanho. – Springer, 2015. – 421 p.
3. Biomedical engineering fundamentals / eds.: Joseph D. Bronzino, and Donald R. Peterson. – CRC press, 2014.
4. Chen, Q. Biomaterials: a basic introduction / Qizhi Chen and George Thouas. – CRC Press, 2014.
5. Biomaterials in artificial organs / ed. John P. Paul. – Springer, 2016.
6. Ducheyne P. Comprehensive biomaterials. Vol. 1 / Paul Ducheyne. – Elsevier, 2015.
7. Molecular, Cellular, and Tissue Engineering / eds.: Bronzino, Joseph D., and Donald R. Peterson.. CRC Press, 2015.
8. Шевряков М. В. Практикум з біологічної хімії : навчальний посібник / Шевряков М. В., Яковенко Б. В., Явоненко О. Ф. – Суми : Університетська книга, 2003. – 204 с.
9. Puri, D. Textbook of medical biochemistry / Dinesh Puri. – Elsevier Health Sciences, 2014.
10. Talwar, G. P. Textbook of biochemistry, biotechnology, allied and molecular medicine / G. P. Talwar. – PHI Learning Pvt. Ltd., 2015. 15
11. Biochemistry: Concepts and Connections / Appling, Dean R., Spencer J. Anthony-Cahill, and Christopher K. Mathews. – Pearson Education, 2016.
12. He N. Biomaterials Science / Nongyue He and Zhiyang Li // Science. – 2016. – No 7.1. – P. 1-812.
13. Handbook of biomaterial properties / eds.; Murphy, William, Jonathan Black, and Garth W. Hastings. – New York: Springer, 2016.
14. Handbook of biochemistry and molecular biology / eds.: Roger L. Lundblad and Fiona Macdonald. – CRC Press, 2018. – 1002 p.
15. Pross, A. What is life?: How chemistry becomes biology / Addy Pross. – Oxford University Press, 2016.
16. Електрохімічне полірування імплантатів з нержавіючих сталей для стабільно функціонального остеосинтезу / А. О. Омельчук, І. М. Юденкова, М. Ф. Захарченко, А. В. Близнюк // Наука та інновації. – 2016. – Т. 12, № 1. – С. 41-60.
17. Dotsenko, O., Shtofel, D. In Silico Prediction of Metabolic Fluxes in Cancer Cells with Altered S-adenosylmethionine Decarboxylase Activity // Cell Biochemistry and Biophysics, 2021. *79*(1). P. 37-48.