

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Навчально науковий інститут високих технологій

кафедра супрамолекулярної хімії



«ЗЛІВЕРДЖУЮ»

Заступник директора

з навчальної роботи

Грабчук Г.П.

2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

БІОХІМІЯ

для студентів

галузь знань 10 Природничі науки
спеціальність 102 Хімія
освітній рівень магістр
освітня програма Високі технології (Хемоінформатика)

вид дисципліни обов'язкова

Форма навчання	<u>денна</u>
Навчальний рік	<u>2022/2023</u>
Семестр	<u>перший</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>6</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>екзамен</u>

Викладач: д.б.н., проф. Толстанова Г.М.

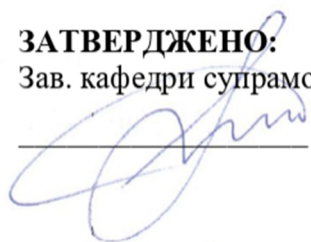
Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробник: д.б.н., проф. Толстанова Г.М.

ЗАТВЕРДЖЕНО:
Зав. кафедри супрамолекулярної хімії


_____ (Рябухін С.В.)

Протокол №7 від «19» серпня 2022 року

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол №1 від «9» вересня 2022 року

Голова науково-методичної комісії _____  (Русінчук Н. М.)

ВСТУП

1. Мета дисципліни :

Сформувати у студента/ки комплексного розуміння біохімічних основ життя на Землі та механізмів перебігу універсальних біохімічних процесів у клітині, окремо фокусуючи увагу на ролі протеїнів у забезпеченні її життєдіяльності.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни :

Студент повинен знати:

фундаментальні основи загальної, неорганічної та біо/органічної хімії, фізіології, молекулярної біології, а також основ фізико-хімічних методів дослідження.

Студент повинен вміти:

самостійно працювати з друкованими та електронними навчальними матеріалами, електронними базами даних у галузі хімії і біології.

3. Анотація навчальної дисципліни

Дисципліна побудована за принципом від простого до складного і починається із загальних понять про ознаки і властивості живого; фізико-хімічних, генетичних, клітинних та еволюційних основ біохімії; відмінностей прокариотичної та еукариотичної клітин. Далі структура дисципліни будується на формуванні у студента/ки розуміння перебігу біохімічних процесів починаючи від властивостей окремих амінокислот до структури і властивостей простих і складних протеїнів. Окрема увага приділяється ролі протеїнів, як регуляторних молекул нашого організму - ензимів. Через будову і властивості мембрани клітин: формується розуміння про біохімічну роль ліпідів; вибірккову здатність клітин до обміну з оточуючим середовищем та механізми транспорту; роль протеїнів як транспортерів, іонних каналів, рецепторів. Курс завершується формуванням розуміння, як органічні біомолекули, об'єднуючись у складні метаболічні мережі, забезпечують енергетичні основи існування живого. Основний фокус зроблено на розумінні складних біохімічних процесів через практичне застосування та апробацію теоретичних знань, аніж простому запам'ятовуванню великих об'ємів інформації.

4. Завдання (навчальні цілі)

Навчання дисципліни має на меті розвивати у студентів такі компетентності:

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК10. Здатність спілкуватися англійською та (за можливості) іншою іноземною мовою, як усно, так і письмово.

ЗК13. Здатність до активного збереження довкілля.

ЗК14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

ФК3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.

ФК6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.

ФК8. Здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі в галузі хімії, вибирати напрями та відповідні методи для їх розв'язання на основі розуміння сучасної проблематики досліджень в галузі хімії та беручи до уваги наявні ресурси.

ФК9. Здатність обирати оптимальні методи та методики дослідження.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.	1.1. Знати фізико-хімічні, генетичні, клітинні та еволюційні основи біохімії	<i>Лекції, самостійна робота</i>	<i>Контрольні роботи</i>	15%
	1.2. Розуміти взаємозв'язок між структурою та функцією протеїнів і володіти знаннями щодо різноманітної ролі протеїнів у забезпеченні життєдіяльності організму/клітини	<i>Лекції, самостійна робота</i>	<i>Контрольні роботи</i>	15%
	1.3. Знати та розуміти роль мембрани в забезпеченні функціонування клітини, її компартменталізації.	<i>Лекції, самостійна робота</i>	<i>Контрольні роботи</i>	15%
	1.4. Знати основи біоенергетики та метаболізму	<i>Лекції, самостійна робота</i>	<i>Контрольні роботи</i>	15%
	1.4. Знати сучасні методи біохімічного дослідження	<i>Лекції, практичні заняття</i>	<i>Панельні дискусії, аналіз наукових статей</i>	15%
2.	2.1. Використовувати знання в галузі біохімії для виконання наукових досліджень та розв'язання виробничих задач.	<i>Практичні заняття</i>	<i>Аналіз наукових статей</i>	2,5%
	2.2. Вміти підбирати адекватні біохімічні методи для досягнення наукових і виробничих завдань	<i>Практичні заняття</i>	<i>Панельні дискусії/рішення задач</i>	2,5%
	2.3. Вміти узагальнювати дані наукових публікацій в галузі біохімії та представляти їх у вигляді наукових доповідей, графічних тез, науково-популярних статей	<i>Практичні заняття</i>	<i>Аналіз наукових статей</i>	2,5%
	2.4. Вміти працювати в базах даних, зокрема <i>PDB</i> , номенклатури ензимів, тощо.	<i>Практичні заняття</i>	<i>Панельні дискусії/рішення задач</i>	2,5%
	2.5. Вміти працювати в команді над створенням спільних проєктів, зокрема підготовки доповідей з наукових статей, написання статей для Вікіпедії за біохімічними тематиками.	<i>Самостійна робота</i>	<i>Командна доповідь за результатами виконання проєкту</i>	10%
3.	3.1. Бути здатними оцінювати ризики у професійній діяльності та формувати стратегію їх запобігання базуючись на теоретичних та практичних навичках здійснювати запобіжні дії.	<i>Самостійна робота</i>	<i>Панельні дискусії/рішення задач</i>	5%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни / Програмні результати навчання	1	2	3
P1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.	+		
P5. Володіти методами комп'ютерного моделювання структури, параметрів і динаміки хімічних систем.	+	+	
P6. Знати методологію та організації наукового дослідження.	+	+	
P7. Вільно спілкуватися англійською та (за можливості) іншою іноземною мовою з професійних питань, усно і письмово презентувати результати досліджень з хімії іноземною мовою, брати участь в обговоренні проблем хімії.		+	
P9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.		+	
P10. Планувати, організувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.		+	+
P12. Оцінювати ризики у професійній діяльності та здійснювати запобіжні дії.			+
P14. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.			+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 – РН 1. – 30 балів
2. Модульна контрольна робота 2 – РН 1. – 20 балів
3. Практична робота (тип 1 - Панельні дискусії/рішення задач) РН 2., РН 3. – 5 балів
4. Практична робота (тип 2 - Презентація наукової англомовної статті / підготовка графічного постера для статті / підготовка статті для Вікіпедії за тематикою лекцій / командна робота над проектом з використанням електронних засобів для спільної роботи) – РН 2., РН 3. – 5 балів

- підсумкове оцінювання: у формі іспиту

Формою проведення іспиту є усний іспит. Результатами навчання, які оцінюються в усному іспиті, є РН 1. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом, становить 40 балів.

- умови допуску до підсумкового іспиту:

Студент допускається до іспиту за умови виконання всіх передбачених планом практичних робіт та модульних контрольних робіт. Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше, ніж 36 балів.

7.2 Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи проводяться після завершення лекцій з відповідних розділів. Проміжне тестування проводиться упродовж лекційного курсу. Оцінювання роботи студента з рішення задач проводиться на практичних заняттях у формі контрольної роботи та співбесіди.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекцій та лабораторних занять

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		лекції	практичні заняття	самостійна робота
1	Тема 1. Введення в біохімію. Фізико-хімічні, генетичні, клітинні та еволюційні основи життя. Перший і другий закон термодинаміки.	2		
	Самостійна робота. Проект геном людини, як це вплинуло на розвиток біохімії як науки			6
2	Тема 2. Вода. Фізичні і хімічні властивості води. Поведінка гідрофобних і гідрофільних сполук у водному середовищі.	2		
	Практичне заняття 1. (Панельна дискусія). Буфери, буферна ємність. Буферні системи крові.		2	
	Самостійна робота. Рішення запропонованих задач			6

	для закріплення матеріалу щодо буферних властивостей фізіологічних розчинів та їх змін за умов патологічних станів.			
3	Тема 3. Амінокислоти. Структура та класифікація. Характеристика пептидного зв'язку. Первинна структура молекули протеїну. Залежність рК амінокислотного залишку від положення в поліпептидному ланцюзі.	2		
	Самостійна робота. Вивчення теоретичного матеріалу. Робота з підручниками та електронними джерелами. Підготовка до панельної дискусії.			6
4	Тема 4. Характеристика вторинної, третинної та четвертинної структури протеїну. Денатурація і ренатурація протеїнів. Згортання протеїнів. Вплив ієрархічної структури протеїнів на їх біологічні функції.	4		
	Практичне заняття 2. (Панельна дискусія) Методи визначення структури протеїнів, а також обґрунтування вибору певного методу в залежності від виробничої задачі (рентгенівська кристалографія,, ядерний магнітний резонанс, кріоелектронна мікроскопія, тощо)		2	
	Самостійна робота. Ознайомитися зі структурою сайту https://www.rcsb.org/ . Оволодіти навичками пошуку заданих протеїнів, визначати четвертинну структуру та описувати структуру промотера.			12
5	Тема 5 Функція білка. Зв'язування кисню з міоглобіном і гемоглобіном (кооперативне зв'язування). Білки скорочення м'язів. Антитіла	6		
	Практичне заняття 3. Презентація наукової англійської статті за темою 5 / підготовка статті для Вікіпедії за темою 5		2	
	Практичне заняття 4. (Панельна дискусія) Особливості структури антитіл. Використання антитіл для визначення протеїнів		2	
	Самостійна робота. Самостійне опрацювання матеріалів за тематикою «Методи виділення та ідентифікації білків».. Командна робота над проектом з використанням електронних засобів для спільної роботи по підготовці наукової англійської статті/ підготовка графічного постера для статті / підготовка статті для Вікіпедії за тематикою лекцій			18
6	Тема 6. Функція білка: каталіз. Загальні властивості ферментів Енергія активації та координата реакції. Каталітичні механізми. Інгібітори ензимів. Лізоцим. Серинові протеази	4		
	Практичне заняття 5. Підготовка інформаційної картки ензиму використовуючи базу даних		2	

	https://iurac.qmul.ac.uk/jcbn/index.html#6 . Рішення задач для розрахунку V_{max} і K_m			
	Самостійна робота. Вивчення теоретичного матеріалу. Робота з підручниками та електронними джерелами. Підготовка до панельної дискусії.			12
	Тема 7. Мембрани. Класифікація ліпідів. Ліпідний бішар. Структура та збірка мембрани.	4		
	Практичне заняття 6. Презентація наукової англomовної статті за темою 7 / підготовка статті для Вікіпедії за темою 7		2	
7	Самостійна робота. Вивчення теоретичного матеріалу. Робота з підручниками та електронними джерелами. Командна робота над проєктом з використанням електронних засобів для спільної роботи по підготовці наукової англomовної статті/ підготовка графічного постера для статті / підготовка статті для Вікіпедії за тематикою лекцій			12
	Тема 8. Транспорт через мембрану. Інтегральні протеїни. Термодинаміка транспорту: пасивний і активний транспорт.	4		
8	Практичне заняття 7. (Панельна дискусія)			
	Самостійна робота. Вивчення теоретичного матеріалу. Робота з підручниками та електронними джерелами. Підготовка до панельної дискусії.			12
	Тема 9. Огляд метаболізму. Загальна характеристика метаболічних процесів (катаболізм, анаболізм) та їх спряженість. Вітаміни та мінерали допомагають метаболічним реакціям. Високоенергетичні сполуки. Спряжені реакції забезпечують перебіг ендергонічних процесів. АТФ – не найбільша молекула за кількістю вільної енергії. Реакції окиснення-відновлення. $NAD(P)^+$ і FAD є електронними носіями.	2		
9	Практичне заняття 8. Презентація наукової англomовної статті за темою 9/ підготовка статті для Вікіпедії за темою 9		2	
	Самостійна робота. Вивчення теоретичного матеріалу. Робота з підручниками та електронними джерелами. Командна робота над проєктом з використанням електронних засобів для спільної роботи по підготовці наукової англomовної статті/ підготовка графічного постера для статті / підготовка статті для Вікіпедії за тематикою лекцій			6
	Тема 10. Стадії тканинного дихання. Загальний огляд. Катаболізм глюкози. Огляд гліколізу. Реакції гліколізу. Ферментація: анаеробне перетворення пірувату. Регуляція гліколізу.	2		
10	Самостійна робота. Вивчення теоретичного матеріалу. Робота з підручниками та електронними			6

	джерелами.			
	<i>Тема 11. Метаболізм глікогену. Контроль метаболізму глікогену. Глюконеогенез.</i>	2		
11	<i>Практичне заняття 9. Презентація наукової англomовної статті за темою 10-11 / підготовка статті для Вікіпедії за темою 10-11</i>			
	<i>Самостійна робота. Вивчення теоретичного матеріалу. Робота з підручниками та електронними джерелами. Командна робота над проєктом з використанням електронних засобів для спільної роботи по підготовці наукової англomовної статті/ підготовка графічного постера для статті / підготовка статті для Вікіпедії за тематикою лекцій</i>			6
	<i>Тема 12. Цикл лимонної кислоти (цикл трикарбонoвих кислот ЦТК). Огляд циклу лимонної кислоти. Синтез ацетил-коферменту А. Ферменти ЦТК.</i>	2		
12	<i>Практичне заняття 10. Презентація наукової англomовної статті за темою 12 / підготовка статті для Вікіпедії за темою 12</i>		2	
	<i>Самостійна робота. Вивчення теоретичного матеріалу. Робота з підручниками та електронними джерелами. Командна робота над проєктом з використанням електронних засобів для спільної роботи по підготовці наукової англomовної статті/ підготовка графічного постера для статті / підготовка статті для Вікіпедії за тематикою лекцій</i>			6
13	<i>Тема 13. Транспорт електронів і окисне фосфорилування. Мітохондрії (особливості структури зовнішньої і внутрішньої мембран мітохондрій; транспортна функція мембрани мітохондрій). Електронно-транспортний ланцюг. Окисне фосфорилування. Механізм роз'єднання дихання та фосфорилування.</i>	4		
	<i>Самостійна робота. Повторення пройденого матеріалу. Самооцінювання засвоєних теоретичних і практичних знань та ефективності виконання завдань.</i>			12

Загальний обсяг 180 год., в тому числі:

Лекції – 40 год.

Практичні – 20 год.

Самостійна робота - 120 год.

9. Рекомендовані літературні джерела:

Основа:

1. Губський Б.А. Біоорганічна хімія. Київ: Вища школа, 2004.
2. Остапченко Л.І., Андрійчук Т.Р., Бабенюк Ю.Д., Войціцький В.М., Давиденко А.В., Рибальченко В.К., Скопенко О.В. *Біохімія: підручник.* – Київ: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 796 с.

3. Девід Л.Нельсон, Майкл М. Кокс. Основи біохімії за Ленінджером. Посібник / Переклад з англ. Наук. ред. перекладу С.Комісаренко.1280 с.
4. Donald Voet. Fundamentals of Biochemistry Fifth Edition /Publisher : John Wiley & Sons 2016 – 1152 p.

Додаткова:

1. Berg J.M. Biochemistry 8TH EDITION Publisher: New York Macmillan Higher Education 2018.
2. Protocols book. Abcam 2017-2018/ <http://docs.abcam.com/pdf/misc/abcam-protocols-book-2010.pdf>
3. www.febs.org - Офіційний сайт Федерації європейських біохімічних товариств.
4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov> - Національний центр біотехнологічної інформації сприяє розвитку науки та охорони здоров'я шляхом надання доступу до біомедичної та геномної інформації.
5. "Annual Review of Biochemistry" <https://www.annualreviews.org>
6. Nature Methods - <https://www.nature.com/nmeth/>
7. www.nobel.se – офіційний вебсайт комітету Нобелівських премій.

10. Додаткові джерела та інформація:

Контрольні запитання до курсу:

1. Вода. Структура. Властивості. Типи нековалентних (слабких) взаємодій біологічних молекул у водних середовищах
2. Загальна характеристика білків
3. Функції білків
4. Загальна характеристика амінокислот
5. Принципи класифікації амінокислот
6. Властивості гідрофобних ароматичних амінокислот
7. Властивості гідрофільних негативно заряджених амінокислот
8. Зв'язок між будовою та властивостями амінокислоти гістидину
9. Властивості гідрофільних незаряджених амінокислот.
10. Зв'язок між будовою та властивостями амінокислоти цистеїну
11. Кислотно-основні властивості амінокислот. Криві титрування. Заряд білка
12. Пептидний зв'язок. Конформаційні зміни поліпептидного ланцюга.
13. Принципи за якими визначають найстабільнішу конформацію білку
14. Вторинна структура білка
15. Третинна структура білка. Глобулярні та фібрилярні білки
16. Денатурація та ренатурація рибонуклеази. Досліди Анфінсена
17. Контроль якості згортання білків за участю шаперонів
18. Гемоглобін. Кооперативне зв'язування O₂ з гемоглобіном.
19. Зв'язування O₂ гемоглобіном регулюються 2,3 –дифосфогліцератом
20. Механізм зміщення рівноваги між T і R станами тетрамера гемоглобіну. Принцип функціональної магнітно-резонансної томографії.
21. Активний центр ферменту. Субстратна та каталітична специфічність
22. Номенклатура та класифікація ферментів залежно від типу хімічної реакції
23. Роль металів у ферментативному каталізі
24. Коферменти та коензими. Загальна характеристика
25. Роль енергії зв'язування в забезпеченні специфічності ензиматичної реакції та ефективності каталізу

26. Роль специфічних каталітичних груп в ферментативному каталізі
27. Відношення між концентрацією субстрату і швидкістю реакції. Рівняння Міхаеліса-Ментан.
28. Інгібування активності ферментів.
29. Будова та властивості гліцерофосфоліпідів.
30. Будова та властивості сфінголіпідів.
31. Принципи самоорганізації впорядкованих структур із амфіфільних ліпідів
32. Рідинно-мозаїчна модель структури мембрани
33. Переферійні білки мембрани. Загальна характеристика
34. Інтегральні білки мембрани. Загальна характеристика
35. Мембранні рафти. Структура та біологічні функції
36. Мембранні протеїни полегшують пасивне транспортування. Фізико-хімічне обґрунтування
37. Типи транспортування через плазматичну мембрану
38. Транспорт через плазматичну мембрану. Іонофори
39. Різниця між переносниками та каналами
40. Загальна характеристика метаболізму в клітині. Спряження екзергонічних та ендергонічних процесів в клітинах
41. Метаболічні шляхи складаються з серії ензиматичних реакцій. Загальні засади регуляції перебігу метаболічних реакцій.
42. Загальна характеристика гліколізу.
43. Шляхи перетворення пірувату в клітині
44. Піруватдегідрогеназний мультиферментний комплекс – загальна характеристика 45. Реакції окиснення-відновлення. NAD(P)^+ і FAD є електронними носіями. Чим відрізняються NAD(P)^+ та FAD ?
46. Компоненти мітохондріального ланцюга переносу електронів
47. Шляхи перетворення пірувату в скелетних м'язах
48. АТФ-головний донор вільної енергії в біологічних процесах. Характеристика інших високоенергетичних сполук
49. Дихальний ланцюг. Шлях перетворення енергії e^- на АТФ
50. Убіхінон (кофермент Q). Роль в дихальному ланцюзі
51. Механізм роз'єднання дихання та фосфорилування в дихальному ланцюзі.
52. Стадії тканинного дихання
53. Анаплеротичні реакції
54. Шляхи постачання гліколізу. Перетворення глікогену в залежності від джерела його надходження в гліколіз.
55. Взаємозв'язок між електронно транспортним ланцюгом та синтезом АТФ- хіміо осмотична теорія
56. Охарактеризуйте 3 стадії тканинного дихання. Взаємозв'язок між катаболізмом та анаболізмом, а також шляхи використання енергії АТФ.