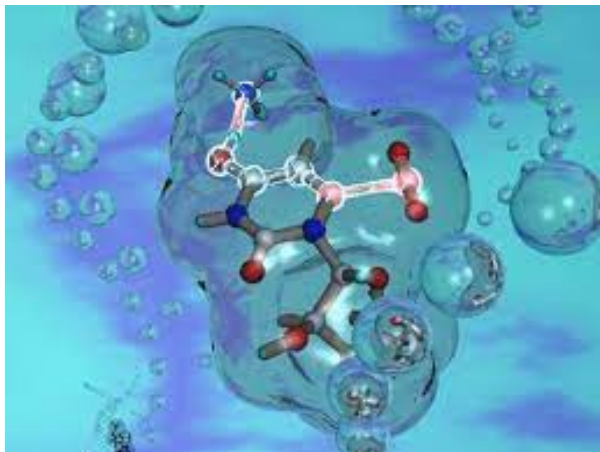




## [FPO10] БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ



### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	16 - Хімічна інженерія та біоінженерія
Спеціальність	161 - Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	161Б КЗХД - Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок (ЄДЕБО id: 16466)161Б КЗХД+ - Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок (ЄДЕБО id: 58745)
Статус дисципліни	Нормативна
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кред. (Лекц. 36 год, Практик. 18 год, Лаб. 36 год, СРС. 90 год )
Семестровий контроль/контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	<a href="https://rozklad.kpi.ua">https://rozklad.kpi.ua</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: <a href="#">Хрокало Л. А.</a> , Практ.: <a href="#">Хрокало Л. А.</a> , Лаб.: <a href="#">Хрокало Л. А.</a> , СРС.: <a href="#">Хрокало Л. А.</a>
Розміщення курсу	<a href="https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=967">https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=967</a>

#### Програма навчальної дисципліни

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

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей:

- Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач (К 9)
- Здатність використовувати професійно профільовані знання в галузі природничо-наукових дисциплін для аналізу, оцінювання та проектування технологічних процесів та устаткування, володіти методами спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та продукції промисловості (К 17)
- Здатність проводити технічний, хімічний аналіз косметичних продуктів, біологічно-активних добавок, фармацевтичних препаратів та харчових добавок (К 19)
- Здатність використовувати знання з хімії природних сполук, основ біохімічних перетворень, кінетики ферментативних реакцій для вирішення практичних задач хімічної технології косметичних засобів та харчових добавок (К 20)

### **Основні завдання навчальної дисципліни**

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння дисципліни мають продемонструвати наступні програмні результати навчання:

Знання класифікації, будови та функцій біоорганічних сполук, основ метаболізму і перебігу ферментативних процесів, методик визначення якості жирів та олій, виявлення вуглеводів, білків, вітамінів у біологічних рідинах та розчинах (ПР 17)

#### **знання:**

- структурної будови, хімічних властивостей та біологічних функцій основних класів біомакромолекул: білків, ліпідів, вуглеводів, нуклеїнових кислот
- молекулярну будову та функції біомембран, основ біоенергетики (енергетичних перетворень на клітинних мембранах)
- закономірностей процесів метаболізму організму людини
- молекулярних основ передачі генетичної інформації та біосинтезу білка
- будови, біологічних функцій та механізмів дії ферментів
- будови, біологічних функцій та механізмів дії вітамінів, гормонів і синтетичних біологічно-активних сполук

#### **уміння:**

- виявляти прості та складні вуглеводи у водних розчинах за використання якісних реакцій
- визначати число омилення, кислотне число, йодне число ліпідів
- проводити якісні реакції на виявлення амінокислот
- досліджувати кислотно-основні властивості білків, проводити хроматографічний та електрофоретичний аналіз білків та аміно-кислот
- аналізувати вплив температури та дії кислот та лугів на швидкість ферментативних реакцій
- проводити якісні реакції на виявлення жиророзчинних та водорозчинних вітамінів

#### **досвід:**

- ідентифікації білків, ліпідів та вуглеводів методом якісних реакцій
- застосування теоретичних знань властивостей біомакромолекул для розробки ТЗ, ТУ та інших технологічних рішень
- використання графічних методів аналізу ферментативних реакцій (константи швидкості Міхаеліса-Ментен)
- використання теоретичних знань для оцінки строку придатності та безпеки застосування харчових добавок та косметичних засобів

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі)**

## навчання за відповідною освітньою програмою)

### Пререквізити

Дисципліна	Знання, вміння, досвід
Загальна та неорганічна хімія	Знання про хімічні зв'язки і просторову будову молекул, типи хімічних реакцій та основні закономірності їх перебігу, класифікацію хімічних речовин. Поняття про кількість речовини, реактивність, окисно-відновні процеси. Навички вирішення хімічних задач.
Органічна хімія	Базові знання про структурну будову, властивості, реакційну здатність та методи синтезу основних класів органічних речовин. Правила визначення ступенів окиснення карбону в органічних молекулах

### Постреквізити

Дисципліна	Знання, вміння, досвід
Загальна хімічна технологія	Поняття про будову, властивості, функції полімерів і низькомолекулярних речовин рослинного, тваринного та мікробного походження, які є сировиною для хімічних технологій. Підходи до якісного та кількісного аналізу біоорганічних сполук в розчинах
Хімічна кінетика та термодинаміка міжфазних явищ і дисперсних систем	Розуміння кінетики ферментативних процесів. Теоретичні відомості та приклади колоїдних розчинів в складі тканих живих організмів

## 3. Зміст навчальної дисципліни

### Розділ 1. Вступ до біоорганічної хімії. Будова, властивості та функції вуглеводів та ліпідів

**Тема 1.1.** Біоорганічна хімія як наука, поняття про біоорганічні сполуки. Класифікація вуглеводів. Моносахариди та їх похідні.

**Тема 1.2.** Олігосахариди. Полісахариди. Протеоглікани та глікопротеїди. Будова бактеріальної клітинної стінки.

**Тема 1.3.** Структура та функції жирних кислот, простих та складних ліпідів. Будова та функції біомембран

### Розділ 2. Білки та нуклеїнові кислоти

**Тема 2.1.** Класифікація та властивості протеїногенних амінокислот. Будова та амінокислотний склад білків і пептидів.

**Тема 2.2.** Структурна організація білкових молекул. Фізико-хімічні властивості, методи виділення і аналізу білків

**Тема 2.3.** Нуклеїнові кислоти і нуклеотиди: будова, структура, функції. Молекулярна організація ядерного хроматину і рибосом

### Розділ 3. Ферменти, вітаміни та гормони. Біохімія метаболізму

**Тема 3.1.** Ферменти та механізми біологічного каталізу

**Тема 3.2.** Водорозчинні, жиророзчинні вітаміни та гормони

**Тема 3.3.** Перебіг реакцій гліколізу та циклу Кребса

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Рекомендована література

###### Основна:

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Біоорганічна хімія” для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / уклад.: Л. А. Хрокало, О. Е. Чигиринець., В. І. Воробйова. К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 94 с.
2. Губський Ю. І. Біологічна хімія. Київ-Тернопіль : Укрмедкнига, 2000. 508 с. ISBN 966-7364-41-0
3. Ластухін Ю.О. Хімія природних органічних сполук. Навчальний посібник. Львів: Національний університет Львівська політехніка, "Інтелект-Захід", 2005. 560 с. ISBN 966-7597-47-4

###### Додаткова:

1. Nelson D.L., Cox M.M. Lehninger Principles of Biochemistry. 6th Edition. Freeman and Company, 2013. 1336 p.
2. Кононський О.І. Біохімія тварин: Підручник. 2-ге видання. К.: Вища шк., 2006. 454 с.

### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

##### Лекційні заняття

Викладення лекційного матеріалу передуює розгляду тем на практичних заняттях, а додаткове закріплення теоретичних знань відбувається на лабораторних роботах. Кожна лекція супроводжується опорним конспектом в вигляді презентації, до якої студенти мають доступ. Також автор курсу на платформі дистанційного навчання розмістила відеозаписи лекцій, які можна використовувати для повторення/закріплення/вивчення теоретичного матеріалу. Лекційний матеріал кількох лекцій обговорюється і закріплюється на практичному занятті.

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
	<b>Розділ 1. Вступ до біоорганічної хімії. Будова, властивості та функції вуглеводів та ліпідів</b>
1	<b>Біохімія як наука</b> Предмет, завдання, розділи біохімії і біоорганічної хімії. Короткий історичний огляд розвитку біохімії як науки. Поняття про біогенні елементи та біоорганічні сполуки. <b>Моносахариди</b> Хімічна природа вуглеводів та їх класифікація. Моносахариди: гексози та пентози, їх будова, стереоізомерія та функції в живій клітині
2	<b>Похідні аміносахаридів, олігосахариди, гомополісахариди</b> Похідні моносахаридів (аміноцукри, аскорбінова кислота, глікозиди). Олігосахариди, їх структурна будова, біологічна роль. Гомополісахариди (крохмаль, глікоген, целюлоза)
3	<b>Будова, властивості та біологічні функції полісахаридів</b> Будова, властивості та біологічна роль декстрину, інуліну та пектинових речовин. Основні гетерополісахариди сполучної тканини людини. Протеоглікани і глікопротеїди. Гетерополісахариди бактеріальних клітин та дія антибіотиків на них

4	<b>Жирні кислоти та прості ліпіди</b> Загальна характеристика і класифікація ліпідів. Характеристика фізіологічно важливих жирних кислот. Будова, хімічні та біологічні властивості омилюваних простих ліпідів (ацилгліцеролів, восків). Хімічні константи жирів.
5	<b>Складні ліпіди. Неомилювані ліпіди</b> Будова, хімічні та біологічні властивості складних ліпідів: фосфоліпідів, сфінголіпідів, гліколіпідів. Неомилювані ліпіди. Ліпопротеїни
6	<b>Будова і функції біологічних мембран</b> Загальні властивості та біологічні функції мембран. Хімічний склад та молекулярна організація мембран. Біофізичні властивості мембран. Детермінати груп крові людини за системою АВ0
<b>Розділ 2. Білки та нуклеїнові кислоти</b>	
7	<b>Класифікація та властивості протеїногенних амінокислот</b> Білки, пептиди, амінокислоти, їх біологічні функції. Будова та кислотно-основні властивості амінокислот. Класифікація протеїногенних амінокислот. Фізіологічне значення замісних та незамінних амінокислот. Амінокислоти в формі фармацевтичних БАДів
8	<b>Структурна організація білкових молекул та їх властивості</b> Типи зв'язків в білкових молекулах. Первинна структура, вторинна, третинна та четвертинна структури білків. Фізико-хімічні властивості білків. Денатурація білків.
9	<b>Методи розділення та фракціонування білків</b> Гомогенізація біоматеріалу. Седиментаційний аналіз, висолювання, хроматографічні методи, електрофорез
10	<b>Класифікація білків. Будова і функції білків переносників кисню</b> Прості і складні білки. Будова і функції міоглобіну і гемоглобіну. Криві дисоціації кисню для гемопорфіринових білків
11	<b>Нуклетиди. Первинна структура нуклеїнових кислот. Біологічні функції ДНК</b> Будова нуклеотидів: азотисті основи, пентози, фосфатні залишки. Первинна структура ДНК та РНК. Біологічні функції ДНК
12	<b>Будова та властивості молекул ДНК</b> Правила Чаргафа. Вторинна і третинна структури ДНК. Будова ядерного хроматину і хромосом. Фізико-хімічні властивості і денатурація ДНК <b>Класифікація, будова та властивості молекул РНК</b> Особливості первинної, вторинної та третинної структури РНК. Основні види РНК: інформаційна, транспортна, рибосомальна
<b>Розділ 3. Ферменти, вітаміни та гормони. Біохімія метаболізму</b>	
13	<b>Загальні властивості та механізм дії ферментів</b> Властивості ферментів як біологічних каталізаторів. Одиниці виміру активності ферментів. Механізм дії ферментів. Кінетика ферментативних реакцій. Вплив температури і рН на швидкість реакцій.
14	<b>Класифікація, будова та застосування ферментів</b> Номенклатура та класифікація ферментів. Будова ферментних білків. Активні центри ферментів. Коферменти і кофактори. Інгібітори ферментів. Застосування ферментних препаратів
16	<b>Водорозчинні та жиророзчинні вітаміни</b> Вітаміни як додаткові компоненти харчування. Класифікація вітамінів. Хвороби вітамінної недостатності. Водорозчинні вітаміни (В1, В2, В3, В6, В9, В12, С, Н, Р). Жиророзчинні вітаміни (А, Е, Д, К)
17	<b>Гормони</b> Гормони в системі метаболізму людини. Класифікація та хімічна структура гормонів. Механізми дії гормонів. Адреналін, інсулін та статеві гормони
18	<b>Біохімія метаболізму: гліколіз і цикл Кребса</b> Гліколіз, його різновиди. Ферментативні реакції анаеробного та аеробного гліколізу. Стадії клітинного дихання. Утворення ацетил-Ко-А. Ферментативні реакції циклу Кребса. Значення цитратного циклу для життєдіяльності клітини.

## Практичні заняття

На практичних заняттях студенти закріплюють теоретичні знання та набувають навичок вирішення практичних задач в тому числі розрахункових. Під час підготовки до практичних занять студентам потрібно вивчити матеріал кількох лекцій та за потреби опрацювати окремі розділи підручників і посібників.

№	Основні питання до розгляду на практичному занятті
1	Біогенні елементи та біоорганічні сполуки. Класифікація вуглеводів. Будова та стереоізомерія моносахаридів на прикладі тріоз. Біологічно важливі пентози та гексози. Похідні моносахаридів (аміноцукри, аскорбінова кислота, глікозиди). Олігосахариди, їх структурна будова, біологічна роль. Гомополісахариди (крохмаль, глікоген, целюлоза)
2	Будова, властивості та біологічна роль гомополісахаридів декстрину, інуліну та пектинових речовин. Основні гетерополісахариди сполучної тканини людини. Протеоглікани і глікопротеїди. Гетерополісахариди бактеріальних клітин та дія антибіотиків на них. Загальна характеристика і класифікація ліпідів. Характеристика фізіологічно важливих жирних кислот. Будова, хімічні та біологічні властивості омилюваних простих ліпідів (ацилгліцеролів, восків). Хімічні константи жирів. Будова, хімічні та біологічні властивості складних ліпідів: фосфоліпідів, сфінголіпідів, гліколіпідів. Неомилювані ліпіди.
3	Будова, кислотно-основні властивості (розв'язання задач) та фізіологічне значення протеноїногенних амінокислот. Амінокислоти в формі фармацевтичних БАДів Типи зв'язків в білкових молекулах. Первинна структура, вторинна, третинна та четвертинна структури білків. Фізико-хімічні властивості та денатурація білків. Методи розділення та фракціонування білків: седиментаційний аналіз (розв'язання задач) висолування, хроматографічні методи, електрофорез. Прості і складні білки. Будова і функції міоглобіну і гемоглобіну. Криві дисоціації кисню для гемопорфіринових білків
4	Будова нуклеотидів: азотисті основи, пентози, фосфатні залишки. Первинна структура ДНК та РНК. Правила Чаргафа. Вторинна і третинна структури ДНК. Будова ядерного хроматину і хромосом. Фізико-хімічні властивості і денатурація ДНК. Особливості первинної, вторинної та третинної структур інформаційна, транспортна, рибосомальна РНК. Розв'язок задач на нуклеїнові кислоти
5	Властивості ферментів як біологічних каталізаторів. Одиниці виміру активності ферментів. Механізм дії ферментів. Кінетика ферментативних реакцій. Вплив температури і рН на швидкість реакцій. Номенклатура та класифікація ферментів. Будова ферментних білків. Активні центри ферментів. Коферменти і кофактори. Інгібітори ферментів. Застосування ферментних препаратів. Розв'язок задач на кінетику (рівняння Міхаеліса-Ментен, розрахунок числа оборотів ферменту)
6	Вітаміни, їх класифікація та хвороби недостатності. Водорозчинні вітаміни (В1, В2, В3, В6, В9, В12, С, Н, Р). Жиророзчинні вітаміни (А, Е, Д, К). Гормони в системі метаболізму людини. Класифікація та хімічна структура гормонів. Механізми дії гормонів. Адреналін, інсулін та статеві гормони

## Лабораторні роботи

Лабораторний практикум розроблений з метою закріплення теоретичного матеріалу шляхом формування у студентів навичок роботи з біологічним матеріалом, проведення якісних реакцій та кількісного аналізу та якісного аналізу біоорганічних сполук. До практикуму включені типові лабораторні роботи з тем курсу: вуглеводи, ліпіди, білки, ферментативні процеси, вітаміни. Роботи наведені у порядку логічної послідовності у відповідності до курсу лекцій і зростання складності їх виконання: на початку розглянуто загальні та специфічні фізико-хімічні та хімічні властивості біоорганічних сполук, потім методи їх виділення з біоматеріалу і наостанок кількісний аналіз вмісту певних компонентів.

№	Тема лабораторної роботи
---	--------------------------

1	Хімічні властивості моносахаридів та якісні реакції на їх виявлення в розчинах
2	Хімічні властивості дисахаридів і полісахаридів та їх ідентифікація
3	Кількісний аналіз вмісту вуглеводів у біологічному матеріалі. Визначення вмісту лактози в молоці
4	Фізико-хімічні властивості ліпідів та їх ідентифікація. Число омилення
5	Визначення хімічних констант ацилгліцеролів
6	Загальні хімічні властивості амінокислот та білків Якісні реакції на амінокислоти
7	Ідентифікація амінокислот методом паперової хроматографії. Денатурація та осадження білків
8	Вплив умов середовища на перебіг ферментативних реакцій. Визначення активності дії ферментів
9	Якісні реакції на водорозчинні та жиророзчинні вітаміни

**Модульна контрольна робота** складається з трьох окремих частин за матеріалами трьох розділів і передбачена у вигляді вирішення тестових завдань на теоретичні знання та розв'язання задач. Час на написання модульної контрольної роботи відводиться за рахунок аудиторних годин практичних занять.

У випадку дистанційної або змішаної форми навчання виконання контрольних робіт передбачено у вигляді тестів в системі Moodle на платформі дистанційного навчання Сікорський.

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовку до практичних занять, підготовку до виконання та захисту лабораторних робіт, підготовку до модульної контрольної роботи та підготовку до іспиту.

Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт наведена в таблиці

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до практичних занять: повторення лекційного матеріалу та вивчення окремих питань за підручниками і посібниками.	2 години на тиждень
Підготовка до виконання і захисту лабораторних робіт	3 години
Підготовка до контрольних робіт (одна модульна контрольна у вигляді трьох частин)	4 години *3 = 12 годин
Підготовка до іспиту	30 годин

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

За звичайного режиму роботи університету лекції, практичні заняття, лабораторні роботи і модульну контрольну роботу проводять у навчальних аудиторіях. За змішаного режиму очно проводять лише лабораторні роботи, інші види занять - дистанційно за використання платформи Сікорський. За дистанційного режиму всі заняття проводять за використання платформи дистанційного навчання Сікорський: відеоконференцій в середовищах Zoom або Google Meet та контрольних тестів в системі Moodle.

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний,

календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського  
Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

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

Рейтинг студента з кредитного модуля «Біоорганічна хімія» складається з балів, що він отримує за:

1. роботу на практичних заняттях, студент має одержати 6 позитивних оцінок)
2. три контрольні роботи (МКР розділена на три частини , кожна тривалістю 2 акад. год);
3. захист лабораторних робіт
4. складання іспиту

Система рейтингових (вагових) балів та критеріїв оцінювання

### **Практичні роботи**

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів за практичні заняття дорівнює  $2 \text{ бали} \times 6 = 12 \text{ балів}$ . Оцінювання якості роботи студента на практичних проводимо за наступними критеріями:

«відмінно» - 2 балів. Студент обґрунтовано і вичерпно відповідає на всі теоретичні запитання викладача, без помилок вирішує задачі.

«добре» - 1,5 бали. Відповідь на теоретичні запитання неповна, незначні помилки в розрахунках

«задовільно» - 1 бал. Відповідь неповна, помилки в задачах

«незадовільно» - 0 балів. Відповідь незадовільна або відсутня

### **Лабораторні роботи**

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів за лабораторний практикум дорівнює  $2 \text{ бали} \times 9 = 18 \text{ балів}$ . Оцінювання якості роботи студента на практичних проводимо за наступними критеріями:

«відмінно» - 2 бали. Вичерпне володіння теоретичним матеріалом, якісне виконання досліду, бездоганне оформлення протоколу.

«добре» - 1,5 бали. Правильні але не повні відповіді на теоретичні питання, якісне оформлення протоколу, незначні помилки, активна робота в лабораторії

«задовільно» - 1 бал. Помилки та неповне оформлення протоколу досліду, захист роботи із значним запізненням, помилки у відповідях на теоретичні питання

«незадовільно» - 0 балів. Не оформлений протокол, не виконано лабораторні дослідження

### **Модульний контроль.**

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює  $10 \text{ балів} \times 3 = 30 \text{ балів}$ .

Кожна контрольна робота включає тестові завдання і задачі. Кожне тестове запитання оцінюється в межах 1 балу, задачі задачі в межах 2-3 балів. У випадку вирішення задачі обов'язково має бути наведений її розв'язок.

### **Розрахунок шкали (R) рейтингу:**



Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 12 + 18 + 30 = 60 \text{ балів.}$$

Календарну атестацію проводить викладач за значеннями поточного рейтингу студентів на час атестації (8 тиждень та 14 тиждень). Якщо значення цього рейтингу не менше 50 % від максимально можливого на час атестації, студент вважається атестованим. В іншому випадку в атестаційній відомості виставляється «незадовільно».

Необхідною умовою допуску до екзамену є здача всіх лабораторних робіт, а також стартовий рейтинг ( $R_c$ ) не менше 25 балів.

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 40 % від  $R_D$ , а саме  $R_e = 40$  балів

**Екзамен** являє собою виконання індивідуального варіанту тестових завдань, що складаються з 40 запитань. Ваговий бал за тестове запитання 1. Для задач потрібно обов'язково наводити розв'язок. Таким чином, 1 бал  $\times$  40 = 40 балів.

Рейтингова шкала з дисципліни складає  $R_D = R_c + R_e = 60 + 40 = 100$

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка  $R_D$  переводиться згідно з таблицею:

**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
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

З дисципліни "Біоорганічна хімія" навчальним планом передбачений окремий кредитний модуль - курсова робота.

**Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни**

Силабус дисципліни, презентації лекцій, курс на платформі дистанційного навчання Сікорський

---

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

**Складено** [Хрокало Л. А.](#);

**Ухвалено** кафедрою ФХ (протокол № 14 від 22 червня 2023 року )

**Погоджено** методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 9 від 25 травня 2023 )