

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури

**03-06-111S**

<b>СИЛАБУС SYLLABUS</b>	<b>Молекулярна біоенергетика клітини Cellular Molecular Bioenergetics</b>	
Шифр за ОП Code in Degree Programme	BK26	
Освітній рівень Level of Education	Бакалаврський (перший) Bachelor's (first)	
Галузь знань Field of Knowledge	<b>16</b>	Хімічна інженерія та біоінженерія Chemical Engineering and Bioengineering
Спеціальність Field of Study		Біотехнології та біоінженерія Biotechnology and Bioengineering
Освітня програма Degree Programme	Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика Biotechnologies, Biorobotics and Bioenergy	

РІВНЕ – 2025

Силабус навчальної дисципліни «Молекулярна біоенергетика клітини» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за

освітньо-професійною програмою «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика» спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія». Рівне. НУВГП. 2025. 18 с.

ОП на сайті університету: <https://ep3.nuwm.edu.ua/31707/> .

Розробники силабусу: Грицина Олександр Олексійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи;

Бедункова Ольга Олександрівна, доктор біологічних наук, професор, професор кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Силабус схвалений на засіданні кафедри  
Протокол № 7 від "20" грудня 2024 року.

Завідувач кафедри: Мартинов Сергій Юрійович, доктор технічних наук, професор.



Керівник (гарант) ОП: Грицина Олександр Олексійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІ  
Протокол № 4 від "21" січня 2025 року.

Голова науково-методичної ради з якості ННІ: Макаренко Руслан Миколайович, кандидат технічних наук, професор.

© Грицина О.О., 2025  
© Бедункова О.О., 2025  
© НУВГП, 2025

<b>ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ</b> <b>навчальної дисципліни</b> <b>«Молекулярна біоенергетика клітини»</b>	
Ступінь вищої освіти	бакалавр
Освітня програма	Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика
Спеціальність	162 Біотехнології та біоінженерія
Рік навчання, семестр	3 рік, 5 семестр
Кількість кредитів	4,0 кредитів ЄКТС
Лекції:	8 години
Лабораторні роботи:	-
Практичні заняття:	40 годин
Самостійна робота:	72 годин
Курсовий проєкт	-
Форма навчання	денна

Форма підсумкового контролю	залік
Мова викладання	державна
<b>ІНФОРМАЦІЯ ПРО РОЗРОБНИКА</b>	
	Грицина Олександр Олексійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи
Вікіситет	<a href="#">Грицина Олександр Олексійович</a>
ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6390-7959">https://orcid.org/0000-0002-6390-7959</a>
Як комунікувати	email: <a href="mailto:o.o.hrytsyna@nuwm.edu.ua">o.o.hrytsyna@nuwm.edu.ua</a> Актуальні оголошення в системі MOODLE
	Бедункова Ольга Олександрівна, доктор біологічних наук, професор, професор кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи
Вікіситет	<a href="#">Бедункова Ольга Олександрівна</a>
ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0003-4356-4124">https://orcid.org/0000-0003-4356-4124</a>
Як комунікувати	email: <a href="mailto:o.o.biedunkova@nuwm.edu.ua">o.o.biedunkova@nuwm.edu.ua</a> Актуальні оголошення в системі MOODLE
<b>ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ</b>	
<b>Мета та завдання</b>	

**Мета дисципліни «Молекулярна біоенергетика клітини»** полягає в тому, щоб надати студентам глибокі теоретичні знання та практичні навички щодо енергетичних процесів на молекулярному рівні в клітинах живих організмів. Це включає розуміння механізмів перетворення, збереження та використання енергії, що є фундаментальними для життєдіяльності клітин, а також розвиток здатності застосовувати ці знання для вирішення практичних завдань у галузі біотехнологій, біоробототехніки та біоенергетики.

**ТОП-5 завдань дисципліни:**

- 1. Ознайомлення з фундаментальними принципами біоенергетики:**
  - Розкрити основи термодинаміки в біологічних системах і пояснити, як енергія перетворюється та використовується в клітині.
  - Вивчити структуру та функції молекул, що беруть участь у енергетичному метаболізмі, таких як АТФ, НАДН, ФАДН<sub>2</sub>.
- 2. Дослідження структурно-функціональної організації енергетичних органел:**
  - Глибоко вивчити будову та функції мітохондрій і хлоропластів як основних центрів енергетичного обміну в клітині.
  - Зрозуміти роль внутрішньоклітинних мембран і білкових комплексів у процесах перетворення енергії.
- 3. Аналіз основних метаболічних шляхів енергозабезпечення:**
  - Розглянути процеси гліколізу, циклу Кребса, окислювального фосфорилування та фотосинтезу на молекулярному рівні.
  - Пояснити механізми синтезу АТФ та роль електронно-транспортного ланцюга.
- 4. Вивчення регуляції енергетичних процесів та їх взаємодії з зовнішнім середовищем:**
  - Дослідити, як фізико-хімічні та біологічні фактори впливають на енергетичний метаболізм клітин.
  - Розкрити механізми адаптації клітин до змін умов навколишнього середовища.
- 5. Застосування біоенергетичних знань у біотехнологіях та біоінженерії:**
  - Розвинути навички використання клітинних енергетичних процесів для розробки біотехнологічних продуктів та рішень.
  - Ознайомитися з сучасними напрямками досліджень у біоенергетиці та їхнім впливом на розвиток біоробототехніки та біоенергетики.

Опанування цієї дисципліни не лише надає фундаментальні знання про життєво важливі процеси в клітині, але й відкриває перед студентами ширші перспективи для дослідницької та практичної діяльності. Розуміння молекулярних механізмів енергетичного обміну є ключовим для розвитку інноваційних біотехнологій, створення ефективних біоенергетичних систем та інтеграції біологічних процесів у робототехніку.

Зважаючи на швидкий прогрес у галузі біоенергетики, студенти матимуть можливість долучитися до актуальних наукових досліджень, спрямованих на вирішення глобальних енергетичних проблем, розробку екологічно чистих технологій та покращення якості життя. Ця дисципліна закладає міцний фундамент для майбутніх фахівців, здатних здійснювати значний внесок у сучасну науку й технологію.

**Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle**

<https://exam.nuwm.edu.ua/course>

**Передумови вивчення  
(місце освітнього компонента в структурно-логічній схемі)**

За своїм змістом дисципліна «Молекулярна біоенергетика клітини» базується на досвіді і знаннях студентів, здобутих при засвоєнні дисциплін ОК23 «Біотехнології», ОК20 «Процеси та апарати біотехнологічних виробництв», ОК13 «Загальна біотехнологія» тощо.

**Компетентності**

K05 .Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

**Програмні результати навчання (ПРН)**

ПР07. Вміти застосовувати знання складу та структури клітин різних біологічних агентів для визначення оптимальних умов культивування та потенціалу використання досліджуваних клітин у біотехнології.

ПР10. Вміти проводити експериментальні дослідження з метою визначення впливу фізико-хімічних та біологічних факторів зовнішнього середовища на життєдіяльність клітин живих організмів.

### **Структура та зміст освітнього компонента**

Освітня компонента складається з одного модуля, поділеного на два змістовних модулі.

#### **Модуль 1. Молекулярна біоенергетика клітини.**

##### **Змістовний модуль 1.**

##### **Тема №1. Вступ до молекулярної біоенергетики**

- **Практичне заняття № 1:** Ознайомлення з основними поняттями біоенергетики
- **Практичне заняття №2:** Вивчення енергетичних молекул клітини
- **Тема лекції:** Основи біоенергетики клітини
  - Вступ до енергетичного метаболізму клітини, обговорення ролі АТФ, принципів перетворення та зберігання енергії в живих системах.

##### **Тема №2. Мітохондрії – енергетичні станції клітини**

- **Практичне заняття №3:** Дослідження структури та функцій мітохондрій
- **Практичне заняття №4:** Експериментальне вивчення процесу дихання на ізольованих мітохондріях

##### **Тема №3. Дихальний ланцюг електронів**

- **Практичне заняття №5:** Аналіз компонентів дихального ланцюга
- **Практичне заняття №6:** Вимірювання активності ферментів дихального ланцюга

##### **Тема №4. Окислювальне фосфорилування та синтез АТФ**

- **Практичне заняття № 7:** Дослідження механізмів синтезу АТФ в мітохондріях
- **Практичне заняття № 8:** Вплив інгібіторів на процес окислювального фосфорилування
- **Тема лекції:** Механізми перенесення електронів та синтезу АТФ
  - Глибокий розгляд процесів, що забезпечують синтез АТФ, роль дихального ланцюга та принципи хеміосмотичної теорії.

##### **Тема №5. Коензими та переносники електронів**

- **Практичне заняття № 9:** Вивчення ролі  $NAD^+/NADH$  та  $FAD/FADH_2$  у метаболізмі
- **Практичне заняття №10:** Дослідження інших переносників електронів та їх взаємодії з ферментами

##### **Змістовний модуль 2.**

##### **Тема №6. Анаеробні шляхи отримання енергії**

- **Практичне заняття №11:** Аналіз процесу гліколізу
- **Практичне заняття № 12:** Дослідження бродильних процесів у мікроорганізмів
- **Тема лекції:** Енергетичний обмін в анаеробних умовах
  - Короткий опис: Обговорення шляхів отримання енергії без кисню, їх біологічного значення та застосування в біотехнології.

##### **Тема №7. Біоенергетика фотосинтезу**

- **Практичне заняття №13:** Вивчення світлових реакцій фотосинтезу
- **Практичне заняття № 14:** Дослідження темнових реакцій та синтезу глюкози

##### **Тема №8. Хеміосмотична теорія Мітчелла**

- **Практичне заняття №15:** Моделювання протонного градієнта та його впливу на синтез АТФ
- **Практичне заняття № 16:** Експерименти з дослідження мембранного потенціалу
- **Тема лекції:** Протонний рухаючий сила та енергетика клітини
  - Короткий опис: Розгляд принципів хеміосмотичної теорії, створення протонного градієнта та його використання в синтезі АТФ.

##### **Тема №9. Регуляція енергетичного метаболізму**

- **Практичне заняття №17:** Дослідження впливу гормонів та інших сигналів на енергообмін
  - **Практичне заняття № 18:** Аналіз алостеричної регуляції ключових ферментів метаболізму
- Тема №10. Порушення енергетичного метаболізму та захворювання**
- **Практичне заняття № 19:** Вивчення впливу токсинів та лікарських препаратів на енергетичний обмін
  - **Практичне заняття № 20:** Дослідження генетичних захворювань, пов'язаних з дисфункцією мітохондрій

Тема	Лекції	Практичне заняття	Самостійна робота
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Тема 1. Вступ до молекулярної біоенергетики	2	4	7
Тема 2. Мітохондрії – енергетичні станції клітини	-	4	7
Тема 3. Дихальний ланцюг електронів	-	4	7
Тема 4. Окислювальне фосфорилування та синтез АТФ	2	4	7
Тема 5. Коензими та переносники електронів	-	4	8
Разом змістовний модуль 1	4	20	36
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Тема 6. Анаеробні шляхи отримання енергії	2	4	7
Тема 7. Біоенергетика фотосинтезу	-	4	7
Тема 8. Хеміосмотична теорія Мітчелла	2	4	7
Тема 9. Регуляція енергетичного метаболізму	-	4	7
Тема 10. Порушення енергетичного метаболізму та захворювання	-	4	8
Разом змістовний модуль 2	4	20	36
Разом освітня компонента	8	40	72

**Теми практичних занять.**

№ з/п	Тема заняття	Кількість годин
1.	Ознайомлення з основними поняттями біоенергетики	2
2.	Вивчення енергетичних молекул клітини	2
3.	Дослідження структури та функцій мітохондрій	2
4.	Експериментальне вивчення процесу дихання на ізольованих мітохондріях	2
5.	Аналіз компонентів дихального ланцюга	2
6.	Вимірювання активності ферментів дихального ланцюга	2
7.	Дослідження механізмів синтезу АТФ в мітохондріях	2
8.	Вплив інгібіторів на процес окислювального фосфорилування	2
9.	Вивчення ролі $NAD^+/NADH$ та $FAD/FADH_2$ у метаболізмі	2
10.	Дослідження інших переносників електронів та їх взаємодії з ферментами	2
11.	Аналіз процесу гліколізу	2
12.	Дослідження бродильних процесів у мікроорганізмів	2
13.	Вивчення світлових реакцій фотосинтезу	2
14.	Дослідження темнових реакцій та синтезу глюкози	2
15.	Моделювання протонного градієнта та його впливу на синтез АТФ	2

16.	Експерименти з дослідження мембранного потенціалу	2
17.	Дослідження впливу гормонів та інших сигналів на енергообмін	2
18.	Аналіз алостеричної регуляції ключових ферментів метаболізму	2
19.	Вивчення впливу токсинів та лікарських препаратів на енергетичний обмін	2
20.	Дослідження генетичних захворювань, пов'язаних з дисфункцією мітохондрій	2
Разом освітня компонента		40

Завдання для самостійної роботи (по 6-8 годин на кожну тему):

### **Тема 1: Вступ до молекулярної біоенергетики**

**Завдання для самостійної роботи:**

#### **1. Дослідити історичний розвиток біоенергетики:**

- Підготувати есе про ключові відкриття в галузі біоенергетики від перших досліджень до сучасності.
- Висвітлити внесок видатних вчених та їхнього впливу на розуміння енергетичних процесів у клітині.

#### **2. Вивчити основи термодинаміки в біологічних системах:**

- Проаналізувати поняття вільної енергії Гіббса та її застосування в біохімічних реакціях.
- Розв'язати задачі на визначення енергетичного балансу в простих хімічних реакціях.

#### **3. Скласти глосарій ключових термінів:**

- Виписати та пояснити основні поняття та терміни, що використовуються в біоенергетиці.
- Навести приклади їх застосування в контексті клітинних процесів.

### **Тема 2: Мітохондрії – енергетичні станції клітини**

**Завдання для самостійної роботи:**

#### **1. Створити детальну схему будови мітохондрії:**

- Відобразити всі структурні компоненти, включаючи зовнішню та внутрішню мембрани, кристи, матрикс.
- Пояснити функціональне значення кожного компонента.

#### **2. Дослідити мітохондріальну ДНК:**

- Підготувати презентацію про особливості мітохондріального геному.
- Обговорити роль мітохондрій у спадковості та еволюції.

#### **3. Ознайомитися з методами дослідження мітохондрій:**

- Вивчити сучасні методи ізоляції та аналізу мітохондрій.
- Написати огляд про використання флюоресцентних барвників для дослідження мітохондріальної функції.

### **Тема 3: Дихальний ланцюг електронів**

**Завдання для самостійної роботи:**

#### **1. Скласти розгорнуту схему дихального ланцюга:**

- Вказати всі комплекси (I-IV), коензими та переносники електронів.
- Пояснити роль кожного компонента в перенесенні електронів.

#### **2. Аналіз механізму переносу електронів:**

- Розібратися в послідовності передачі електронів між компонентами.
- Вивчити енергетичні зміни на кожному етапі процесу.

#### **3. Дослідити вплив інгібіторів на дихальний ланцюг:**

- Підготувати звіт про те, як різні інгібітори (ротенон, антимицин А, ціаніди) впливають на дихальний ланцюг.
- Обговорити можливі наслідки для клітини.

### **Тема 4: Окислювальне фосфорилування та синтез АТФ**

**Завдання для самостійної роботи:**

#### **1. Вивчити модель АТФ-синтази:**

- Створити тривимірну модель або діаграму ферменту АТФ-синтази.
- Пояснити механізм синтезу АТФ за допомогою протонного градієнта.

#### **2. Аналізувати роль протонного градієнта:**



- Розрахувати потенційну енергію протонного градієнта в умовах клітини.
- Обговорити фактори, що впливають на ефективність окислювального фосфорилювання.

### 3. Ознайомитися з хеміосмотичною теорією Мітчелла:

- Написати короткий реферат про принципи теорії.
- Представити докази, що підтверджують цю теорію.

## Тема 5: Коензими та переносники електронів

### Завдання для самостійної роботи:

#### 1. Детально вивчити коензими NAD<sup>+</sup>/NADH і FAD/FADH<sub>2</sub>:

- Порівняти їх структуру та функції.
- Пояснити їх роль у метаболічних шляхах.

#### 2. Дослідити інші переносники електронів:

- Вивчити роль убіхінон (коензим Q) та цитохромів.
- Підготувати схему взаємодії між різними переносниками.

#### 3. Практичне завдання:

- Розв'язати задачі, пов'язані з обчисленням редокс-потенціалів різних пар коензимів.

## Тема 6: Анаеробні шляхи отримання енергії

### Завдання для самостійної роботи:

#### 1. Вивчити процес гліколізу:

- Скласти детальну схему всіх етапів гліколізу з зазначенням проміжних продуктів і ферментів.
- Обчислити чистий вихід АТФ і NADH.

#### 2. Дослідити типи бродіння:

- Порівняти алкогольне та молочнокисле бродіння.
- Обговорити промислове застосування цих процесів.

#### 3. Розглянути значення анаеробного дихання:

- Написати есе про роль анаеробного метаболізму в різних екологічних умовах.
- Обговорити адаптацію організмів до анаеробних умов.

## Тема 7: Біоенергетика фотосинтезу

### Завдання для самостійної роботи:

#### 1. Вивчити світлові фази фотосинтезу:

- Скласти схему фотосистем I та II.
- Пояснити механізм збудження електронів та утворення НАДФН.

#### 2. Дослідити цикл Кальвіна:

- Детально розібрати етапи фіксації CO<sub>2</sub>.
- Обчислити енергетичні затрати на синтез однієї молекули глюкози.

#### 3. Порівняти фотосинтез у C<sub>3</sub> та C<sub>4</sub> рослин:

- Підготувати презентацію з основними відмінностями.
- Обговорити переваги та недоліки кожного типу фотосинтезу.

## Тема 8: Хеміосмотична теорія Мітчелла

### Завдання для самостійної роботи:

#### 1. Моделювання протонного градієнта:

- Використовуючи програмне забезпечення, змоделювати створення та використання протонного градієнта.
- Пояснити результати моделювання.

#### 2. Вивчити експериментальні докази теорії:

- Ознайомитися з ключовими експериментами Пітера Мітчелла.
- Написати огляд цих експериментів та їхнього значення для біохімії.

#### 3. Практичне застосування:

- Розглянути, як хеміосмотичний принцип використовується в сучасних біотехнологіях.
- Підготувати доповідь з прикладами.

## Тема 9: Регуляція енергетичного метаболізму

### Завдання для самостійної роботи:

#### 1. Вивчити регуляцію ключових метаболічних шляхів:

- Розібратися в механізмах регуляції гліколізу та циклу Кребса.
- Обговорити роль алостеричних ферментів.

#### 2. Дослідити гормональну регуляцію:



- Підготувати звіт про вплив інсуліну та глюкагону на енергетичний обмін.
- Розглянути сигнальні шляхи, що залучені в цьому процесі.

**3. Аналіз факторів стресу:**

- Вивчити, як фізичний та оксидативний стрес впливає на енергетичний метаболізм клітини.
- Підготувати есе з прикладами.

**Тема 10: Порушення енергетичного метаболізму та захворювання**

**Завдання для самостійної роботи:**

**1. Дослідити мітохондріальні захворювання:**

- Вибрати одне генетичне захворювання, пов'язане з дисфункцією мітохондрій.
- Підготувати детальний звіт про його причини, симптоми та можливі методи лікування.

**2. Вивчити вплив токсинів на енергетичний обмін:**

- Проаналізувати механізм дії ціаніду або іншого токсину на дихальний ланцюг.
- Обговорити наслідки для організму.

**3. Ознайомитися з процесами старіння:**

- Вивчити теорії старіння, що пов'язані з накопиченням пошкоджень у мітохондріях.
- Написати огляд сучасних досліджень у цій галузі.

**Форми та методи навчання**

## **1. Проблемно-орієнтоване навчання (Problem-Based Learning, PBL)**

### **Зміст та реалізація:**

- Студенти отримують реальні або змодельовані проблеми в галузі молекулярної біоенергетики.
- Працюючи в малих групах, вони самостійно досліджують проблему, шукають інформацію, формулюють гіпотези та пропонують рішення.
- Викладач виступає як ментор, спрямовуючи та підтримуючи студентів у процесі навчання.

### **Відповідність компетентності та ПРН:**

- **K05:** Розвивається здатність самостійно вчитися, шукаючи та аналізуючи нову інформацію.
- **ПР07:** Студенти застосовують знання про склад і структуру клітин для вирішення практичних завдань.
- **ПР10:** В процесі вирішення проблем студенти планують та моделюють експерименти, оцінюючи вплив різних факторів на клітини.

### **Відповідність студентоцентрованому підходу та академічній свободі:**

- Студенти активно керують своїм навчанням, обираючи шляхи вирішення проблем.
- Заохочується творчість та індивідуальний підхід до навчання.
- Підтримується атмосфера співпраці та взаємної підтримки.

## **2. Інтерактивні лекції**

### **Зміст та реалізація:**

- Обговорення актуальних наукових публікацій, новин та відкриттів у галузі молекулярної біоенергетики.
- Студенти готують доповіді та презентації, ставлять запитання та активно беруть участь у дискусіях.
- Використовуються інтерактивні методи, такі як брейнсторм, дебати, рольові ігри.

### **Відповідність компетентності та ПРН:**

- **K05:** Стимулюється постійне оволодіння сучасними знаннями та тенденціями.
- **ПР07:** Глибше розуміння клітинних процесів через обговорення та аналіз.
- **ПР10:** Обговорення методологій експериментальних досліджень та їхніх результатів.

### **Відповідність студентоцентрованому підходу та академічній свободі:**

- Студенти можуть обирати теми, які їх цікавлять, та напрямки обговорень.
- Розвивається критичне мислення та навички аргументації.
- Створюється простір для вільного вираження думок та ідей.

## **3. Використання мультимедійних та електронних навчальних ресурсів**

### **Зміст та реалізація:**

- Використання віртуальних лабораторій, симуляцій та навчальних платформ.
- Онлайн-курси, вебінари, відеолекції від провідних вчених.
- Створення електронних портфоліо та блогів для відображення власного прогресу.

### **Відповідність компетентності та ПРН:**

- **K05:** Оволодіння сучасними технологіями навчання та доступ до новітньої інформації.
- **ПР07:** Вивчення складних процесів за допомогою візуалізації та інтерактивних моделей.
- **ПР10:** Ознайомлення з передовими методами експериментів через віртуальні платформи.

### **Відповідність студентоцентрованому підходу та академічній свободі:**

- Студенти самостійно вибирають темп та формат навчання.
- Можливість гнучко планувати свій навчальний процес.
- Підтримка індивідуальних освітніх траєкторій та заохочення до саморозвитку.

### **Порядок оцінювання програмних результатів навчання/результатів навчання**

Форма підсумкового контролю – залік. Освітня компонента оцінюється за національною та 100 бальною шкалою. Здобувачі вищої освіти: отримують від

викладача та/або силабус інформацію про порядок здійснення семестрового поточного та підсумкового контролів на початку вивчення освітньої компоненти; семестровий поточний контроль передбачає перевірку практичних робіт та самостійної роботи студентів, результатів тестування модульних контролів на університетській платформі MOODLE.

Посилання на нормативні документи, що регламентують проведення поточного та підсумкового контролів знань студентів, можливість їм подання апеляції: <https://ep3.nuwm.edu.ua/25889/>.

Контрольні завдання для семестрового підсумкового контролю складаються у кількості, достатній для досягнення максимальної об'єктивності оцінки рівня підготовленості здобувача вищої освіти, що проходить контроль, але не менше 100 завдань на 1 кредит.

Розподіл балів:

Тема	Лекції	Практичне заняття	Самостійна робота
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Тема 1. Вступ до молекулярної біоенергетики	-	0-4	0-2
Тема 2. Мітохондрії – енергетичні станції клітини	-	0-4	0-2
Тема 3. Дихальний ланцюг електронів	-	0-4	0-2
Тема 4. Окислювальне фосфорилування та синтез АТФ	-	0-4	0-2
Тема 5. Коензими та переносники електронів	-	0-4	0-2
Разом змістовний модуль 1	-	0-20	0-10
Модульний контроль 1	0-20		
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Тема 6. Анаеробні шляхи отримання енергії	-	0-4	0-2
Тема 7. Біоенергетика фотосинтезу	-	0-4	0-2
Тема 8. Хеміосмотична теорія Мітчелла	-	0-4	0-2
Тема 9. Регуляція енергетичного метаболізму	-	0-4	0-2
Тема 10. Порушення енергетичного метаболізму та захворювання	-	0-4	0-2
Разом змістовний модуль 2	-	0-20	0-10
Модульний контроль 1	0-20		
Разом освітня компонента	0-100		

Максимальна кількість балів, яку студент може одержати за виконання практичного заняття складає 2 бали, оцінювання здійснюється за наступними критеріями:

2 бали – вільне володіння теоретичним матеріалом за темою практичного заняття, правильне та своєчасне виконання практичного заняття, правильне та зразкове оформлення звіту, своєчасний захист роботи на рівні 95-100 %.

1,5-1,9 бали – володіння теоретичним матеріалом за темою практичного заняття, правильне та своєчасне виконання практичного заняття, акуратне оформлення звіту; своєчасний захист практичного заняття на рівні 85-94 %.

1,0-1,4 бали - задовільний рівень володіння теоретичним матеріалом за темою практичного заняття, своєчасне виконання практичного заняття, оформлення звіту; своєчасний захист практичного заняття на рівні 65-84 %.

0-0,9 бали – достатній рівень володіння теоретичним матеріалом за темою практичного заняття, своєчасне виконання практичного заняття, акуратне оформлення звіту, захист практичного заняття на рівні 60-64 % або несвоєчасний захист робіт.

Максимальна кількість балів, яку студент може одержати за виконання самостійної роботи складає 2 бали, оцінювання здійснюється за наступними критеріями:

Змістовне наповнення та відповідність завданню (0-1 бал):

- Повнота розкриття теми.
- Використання актуальних та релевантних джерел інформації.
- Логічність та послідовність викладу матеріалу.
- Відповідність обсягу роботи рекомендаціям.

Якість аналізу та критичного мислення (0-0,7 бали):

- Глибина аналітичного підходу.
- Вміння робити власні висновки та узагальнення.
- Порівняння різних точок зору чи підходів.
- Використання прикладів, що підтверджують аргументацію.

Оформлення та презентація роботи (0-0,3 бали):

- Дотримання вимог до оформлення письмових робіт (шрифт, інтервал, поля тощо).
- Наявність вступу, основної частини та висновків.
- Правильне оформлення списку використаних джерел та посилань.
- Грамотність та відсутність помилок.

В заліковій відомості результати навчання проставляються за двома шкалами - 100-бальною та національною.

Шкала оцінювання змістовних модульних контролів: змістовний модуль №1 – 20 балів; змістовний модуль №2 – 20 балів. Всього за змістовні модулі 1,2 – 40 балів.

Структура оцінки поточного контролю (модулі 1, 2) та підсумкового контролю знань (залік) здійснюється за трьома рівнями (1 – достатній рівень складності, 2 – вище достатнього рівня складності, 3 – високий рівень складності), що відображено в таблицях.

Таблиця формування тестового завдання поточного контролю знань (змістовні модулі 1 і 2).

Рівень складності завдань	Загальна кількість завдань	Оцінка завдань, балів		Час на виконання, хвилин	
		за одне	загальна	на одне	загальний
Достатнього рівня складності	12	1	0-12	1,5	18
Вище достатнього рівня складності	5	1	0-5	2,5	12
Високого рівня складності	3	1	0-3	3,5	10
	20	X	0-20	X	до 40

Загальні вимоги до контрольних завдань семестрового підсумкового контролю у формі заліку.

Рівень складності завдань	Загальна кількість завдань	Оцінка завдань, балів		Час на виконання, хвилин	
		за одне	загальна	на одне	загальний
Достатнього рівня складності	30	0,9	0-27	1,5	45
Вище достатнього рівня складності	9	1	0-9	3	27
Високого рівня складності	1	4	0-4	8	8
	40	X	0-40	X	до 80 хвилин

В заліковій відомості результати навчання проставляються за двома шкалами - 100-бальною та національною.

#### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою
60-100	зараховано
0-59	не зараховано

Умови отримання додаткових балів:

- участь у науковій університетській конференції (підготовка доповіді за темами освітньої компоненти) до 5 балів;
- участь у Всеукраїнській науковій конференції (підготовка доповіді за темами освітньої компоненти) до 10 балів;
- підготовка наукової публікації за темою освітньої компоненти – до 15 балів.
- підготовка наукової роботи на конкурс наукових робіт за темою освітньої компоненти – до 15 балів.

#### **Рекомендована література (основна, допоміжна)**

Основна:

1. Бабський А, Іккерт О, Манько В. Основи біоенергетики: підручник [для студ. вищ. навч. закл.] – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. – 312 с. – (Серія «Біологічні студії»).
2. Александрова К.В. Особливості енергообміну в живих організмах. – Запоріжжя, 2012. – 106 с.
3. Огурцов А.Н. Молекулярна біоенергетика клітини. – Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – 112 с.
4. Гребеник Л.І., Висоцький І.Ю. Курс лекцій з біохімії. Розділ «Загальні закономірності метаболізму. молекулярні основи біоенергетики». – Суми: Сумський державний університет, 2018. – 74 с.

Допоміжна:

1. Valdur A. Saks, Renée Ventura-Clapier. Cellular Bioenergetics: Role of Coupled Creatine Kinases Cellular Bioenergetics: Role of Coupled Creatine Kinases. Springer. ISBN: 9781461361190. 2012. 346 p.
2. J. L. Vanlancker. Molecular and Cellular Mechanisms in Disease: 1: Bioenergetics - Cell Specificity - Inborn Errors of Metabolism - Malnutrition - Calcium and Phosphorus. Springer. ISBN: 9783642659690. 2011. 604 p.
3. Valdur A. Saks, Renée Ventura-Clapier, Xavier Leverve. Bioenergetics of the Cell: Quantitative Aspects. Springer. ISBN: 9781461375876. 2012. 460 p.

#### **Інформаційні ресурси в Інтернет**

1. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka> (<http://www.nuwm.edu.ua/MySql/>).
2. Цифровий репозиторій НУВГП / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ep3.nuwm.edu.ua>.
3. YouTube Канал освітньої програми «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика» [YouTube Channel Biotech NUWEE](#).
4. ResearchGate: [ResearchGate](#) - Соціальна мережа для вчених і дослідників, де можна знайти наукові статті.
5. Google Scholar: [Google Scholar](#) - Пошукова система для наукової літератури.
6. Bioenergy International. Посилання: [Bioenergy International](#).
7. National Center for Biotechnology Information (NCBI). Посилання: [NCBI - National Center for Biotechnology Information](#).
8. European Federation of Biotechnology (EFB). Посилання: [EFB - European Federation of Biotechnology](#).

#### **ПОЛІТИКИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ**

**Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)**

### **1. Критичне мислення та аналітичні навички.**

Дисципліна вимагає від студентів глибокого розуміння складних біоенергетичних процесів на молекулярному рівні. Аналіз механізмів енергетичного обміну, оцінка експериментальних даних та інтерпретація результатів сприяють розвитку здатності критично мислити, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки та робити обґрунтовані висновки.

### **2. Комунікативні навички.**

Під час вивчення курсу студенти часто презентують результати досліджень, беруть участь у дискусіях та обговореннях. Це розвиває вміння ясно та доступно передавати наукову інформацію, аргументувати свою точку зору та ефективно спілкуватися як з фахівцями, так і з нефаківцями в галузі.

### **3. Робота в команді та співпраця.**

Практичні заняття та групові проекти є невід'ємною частиною дисципліни. Спільна робота над експериментами, обмін ідеями та взаємна підтримка сприяють розвитку навичок командної роботи, взаєморозуміння та ефективного розподілу обов'язків.

### **4. Самоорганізація та тайм-менеджмент.**

Дисципліна передбачає значний обсяг самостійної роботи: вивчення літератури, підготовка до практичних занять, виконання завдань. Це вимагає від студентів вміння планувати свій час, встановлювати пріоритети та дотримуватися дедлайнів, що є ключовими аспектами тайм-менеджменту.

### **5. Прагнення до безперервного навчання та адаптивність.**

Галузь молекулярної біоенергетики постійно розвивається, з'являються нові дослідження та технології. Студенти навчаються швидко адаптуватися до нової інформації, оновлювати свої знання та бути відкритими до інновацій. Це формує навичку самостійного навчання та гнучкість мислення.

### **Дедлайни та перескладання**

Ліквідація академічної заборгованості та реалізація повторного вивчення дисципліни здійснюються згідно з «Порядком ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП». Посилання на відповідний документ: <https://ep3.nuwm.edu.ua/25072/>.

Процедура перездачі модулів здійснюється згідно з: <https://ep3.nuwm.edu.ua/25889/>.

Оголошення стосовно термінів здачі частин освітньої компоненти публікуються на сторінці даної дисципліни на платформі MOODLE.

### **Неформальна та інформальна освіта**



#### Неформальна освіта:

##### 1. Вебінари та онлайн-курси:

- Coursera, edX, Udacity.
- Вебінари від провідних компаній та університетів: Презентації та семінари, які проводять експерти галузі.

##### 2. Конференції та семінари:

- Наукові та професійні конференції: Участь у заходах, де обговорюються новітні розробки та дослідження
- Семінари і майстер-класи: Практичні заняття, які проводять фахівці з індустрії.

##### 3. Менторинг та наставництво:

- Співпраця з наставниками: Спілкування та обмін досвідом з досвідченими професіоналами.
- Індивідуальні консультації: Обговорення проектів та кар'єрних планів з експертами.

##### 4. Хакатони та конкурси:

- Участь у хакатонах.
- Конкурси стартапів: Презентація своїх ідей та отримання зворотного зв'язку від інвесторів та експертів.

#### Інформальна освіта:

##### 1. Самоосвіта:

- Книги та журнали: Читання наукової та технічної літератури, статей у фахових журналах.
- Онлайн-ресурси та блоги: Слідкування за новинами та статтями в інтернет-виданнях та блогах.

##### 2. Спільноти та форуми:

- Онлайн-спільноти: Участь у дискусіях на платформах, таких як Stack Overflow, ResearchGate, LinkedIn.
- Форуми та групи в соціальних мережах: Обговорення актуальних тем та обмін досвідом з іншими фахівцями.

##### 3. Відеоматеріали:

- YouTube-канали: Перегляд навчальних відео та лекцій від фахівців.
- Платформи з навчальним контентом: Використання ресурсів, таких як Khan Academy, для поглиблення знань.

##### 4. Підписки на наукові публікації та новини галузі:

- Новини біоінженерії: Слідкування за останніми дослідженнями та відкриттями.
- Підписки на журнали: Читання фахових журналів для отримання нових знань і розширення кругозору.

При цьому важливо, щоб знання та навички, що формуються під час проходження певного онлайн-курсу чи його частин, мали зв'язок з результатами ОК/програмами результатами навчання.

#### **Правила академічної доброчесності**

Академічна доброчесність є фундаментальною складовою освітнього процесу та професійної діяльності в галузі біотехнологій та біоінженерії. Дотримання етичних норм та принципів академічної доброчесності забезпечує якісну освіту, формує високі моральні стандарти та сприяє розвитку компетентностей, необхідних для успішної професійної діяльності.

##### 1. Перевірка навчальних завдань на плагіат.

###### Звіти робіт:

- Унікальність роботи: Усі письмові роботи повинні бути оригінальними та виконаними особисто здобувачем освіти.

- Правильне цитування: При використанні чужих ідей, даних або цитат необхідно обов'язково робити відповідні бібліографічні посилання згідно з вимогами ДСТУ 8302:2015.

- Самоплагіат: Повторне використання власних робіт без належного посилання також вважається порушенням академічної доброчесності.

##### 2. Поведінка в аудиторії та недопущення списування та обману.

###### Поведінка під час лекцій та практичних занять:

- Активна участь: Студенти заохочуються до активної участі в обговореннях, задавання питань та внесення власних ідей.



- **Поважне ставлення:** Необхідно дотримуватися етичних норм спілкування, поважати думки викладача та колег.

- **Заборона використання заборонених засобів:** Під час занять забороняється використання мобільних телефонів, планшетів та інших пристроїв без дозволу викладача.

**Недопущення списування та обману:**

- **Індивідуальне виконання завдань:** Усі контрольні роботи, тести та екзамени повинні виконуватися самостійно.

- **Заборона використання допоміжних матеріалів:** Під час контрольних заходів забороняється використання шпаргалок, підручників, електронних пристроїв (якщо це не передбачено викладачем).

- **Недопущення передачі інформації:** Забороняється спілкування з іншими здобувачами освіти під час контрольних заходів з метою отримання або передачі інформації.

**3. Санкції за порушення норм академічної доброчесності.**

**Порушеннями академічної доброчесності вважаються:**

- **Плагіат:** Використання чужих ідей, текстів або результатів досліджень без належного посилання.

- **Списування:** Виконання завдань шляхом копіювання відповідей від інших осіб або джерел.

- **Фабрикація та фальсифікація даних:** Вигадування або змінення даних в роботах.

- **Обман:** Надання неправдивої інформації щодо обставин виконання завдань.

- **Корупційні дії:** Пропозиція, надання або отримання неправомірної вигоди з метою впливу на результати оцінювання.

**Можливі санкції:**

- **За плагіат або списування:**

- **Перше порушення:** Анулювання результату роботи (оцінка "0" балів) з можливістю повторного виконання завдання за рішенням викладача.

- **Повторне порушення:** Анулювання результату роботи без права повторного виконання; попередження або догана; зниження підсумкової оцінки.

- **За серйозні порушення (фабрикація, фальсифікація даних, корупція):**

- **Анулювання результатів навчання за освітньою компонентою.**

- **Порушення питання про відрахування з університету згідно з внутрішніми нормативними документами.**

- **Повідомлення адміністрації закладу освіти та відповідних комісій з академічної етики.**

- **За недобрросовісну поведінку під час контрольних заходів:**

- **Видалення з аудиторії з анулюванням результату роботи.**

- **Попередження з внесенням запису до особистої справи.**

**Здобувачі освіти зобов'язані:**

- **Дотримуватися принципів академічної доброчесності в усіх видах навчальної діяльності.**

- **Ознайомитися з нормативними документами, що регламентують академічну доброчесність у закладі освіти.**

- **Повідомляти викладача або адміністрацію про відомі випадки порушень академічної доброчесності.**

**4. Рекомендації для здобувачів освіти:**

- **Плануйте свій час:** Розподіляйте навантаження, щоб встигнути виконати завдання самостійно та якісно.

- **Звертайтеся за допомогою:** У разі труднощів з розумінням матеріалу звертайтеся до викладача або колег.

- **Використовуйте надійні джерела:** При підготовці робіт опирайтеся на наукові джерела та коректно їх цитуйте.

- **Уникайте недобрросовісної поведінки:** Пам'ятайте про наслідки порушення правил академічної доброчесності.

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватись академічної доброчесності, основи якої викладено в наступних документах: 1. Стаття 42. Закон України «Про освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> . 2. Стаття 1. Закон України «Про вищу освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> . 3. Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті

### **Вимоги до відвідування**

#### **1. Вимоги до відвідування занять:**

##### **Обов'язковість відвідування:**

- Відвідування лекцій, практичних занять є важливим для якісного засвоєння матеріалу та досягнення заявлених компетентностей.
- Студентам рекомендується брати активну участь у всіх формах аудиторних занять.

##### **Пунктуальність:**

- Студенти повинні приходити на заняття завчасно, щоб розпочати їх вчасно.
- Запізнення можуть завадити нормальному проведенню заняття.

#### **2. Порядок відпрацювання пропущених занять:**

##### **Об'єктивні причини пропуску:**

- Лікарняний лист: У випадку хвороби студент повинен надати офіційну медичну довідку.
- Академічна мобільність: Якщо студент бере участь у програмі академічної мобільності, необхідно заздалегідь узгодити графік та порядок відпрацювання з викладачем.

Інші поважні причини: Сімейні обставини, офіційні заходи тощо повинні підтверджуватися відповідними документами.

##### **Відпрацювання пропущених занять:**

##### **Лекції:**

- Студент повинен ознайомитися з пропущеним матеріалом самостійно, використовуючи надані навчальні матеріали.
- Можлива консультація з викладачем за домовленістю.

##### **Практичні заняття:**

- Відпрацювання пропущених практичних занять здійснюється за індивідуальним графіком, узгодженим з викладачем.
- Студент отримує індивідуальне завдання, яке відповідає тематиці пропущеної роботи.

#### **3. Порядок отримання індивідуальних завдань:**

##### **Звернення до викладача:**

- Студент повинен особисто звернутися до викладача для отримання індивідуального завдання.
- Це можна зробити під час занять, на консультації або через електронну пошту.

##### **Терміни виконання:**

- Терміни виконання індивідуальних завдань встановлюються викладачем і повинні бути дотримані студентом.
- Несвоєчасне виконання може вплинути на підсумкову оцінку.

##### **Форма звітування:**

- Виконані завдання здаються у встановленому викладачем форматі (письмово, електронною поштою тощо).
- Можливе проведення додаткової співбесіди або презентації результатів.

#### **4. Додаткові положення:**

##### **Консультації з викладачем:**

- Студенти можуть звертатися до викладача за консультаціями щодо навчального матеріалу, виконання завдань, відпрацювання пропущених занять.
- Графік консультацій та контактна інформація надаються на першому занятті або розміщуються на навчальній платформі.

##### **Самостійна робота:**

- Студенти повинні відповідально ставитися до самостійної роботи, що складає значну частину освітньої компоненти (108 години).

Автор  
Доцент

Олександр ГРИЦИНА

Затверджено

Проректор з науково-педагогічної та  
навчальної роботи

Валерій СОРОКА



документ підписаний КЕП  
Номер документа СИЛ №747  
Підписувач Сорока Валерій Степанович  
Підписувач (дані КЕП):  
Сертифікат 3FAA9288358EC003040000009B6C3700C8C2C100