НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ БОТАНІКИ ІМЕНІ М.Г. ХОЛОДОГО НАН УКРАЇНИ

«Затверджую»
Директор Інституту ботаніки
ім. М.Г. Холодного
чл.-кор. НАН України
_____ Олександр ХОДОСОВЦЕВ
наказ № 35н від «30» вересня 2026 р.

СИЛАБУС ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Молекулярна систематика рослин і грибів

Освітня програма **Біологія**
третього (освітньо-наукового) рівня
Спеціальність **Е Природничі науки, математика та статистика**
Галузь знань **Е1 Біологія та біохімія**

«Схвалено»
Вченою радою
Інституту ботаніки
ім. М.Г. Холодного НАН України
протокол № 15
від 29 вересня 2026 р.

Київ – 2026

Опис курсу

Назва освітньої компоненти	Молекулярна систематика рослин і грибів
Тип курсу	Варіативна компонента
Адреса викладання курсу	м. Київ, Терещенківська 2, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти
Кількість кредитів/годин	3 кредити / 90 годин
Семестр	2, 3
Викладач	Тетяна Іванівна Михайлюк (Tatiana Mikhailyuk, Tetiana Mykhailiuk), доктор біологічних наук, старший науковий співробітник http://orcid.org/0000-0002-7769-2848
Посилання на сайт	https://botany.kiev.ua/mikhailyuk.htm
Контактний телефон, мессенджер	+380954631542
E-mail викладача:	t-mikhailyuk@ukr.net
Графік консультацій	Четвер, 15:00–17:00 очно або онлайн (за попередньою домовленістю)
Методи викладання	Лекції, семінари, презентації, лабораторна робота, досліди, індивідуальні завдання
Форма контролю	залік
Анотація дисципліни	Під час дисципліни у студента формується наукове мислення, він оволодіває методологією наукових досліджень щодо молекулярної філогенії рослин і грибів, поглиблює професійну орієнтацію за спеціальністю «Ботаніка» та «Мікологія», усвідомлює швидкість змін парадигм та гіпотез в науці, самостійно вчиться вибудовувати методологічний вектор власного дослідження, вчиться знаходити найоптимальніші методи та підходи, планувати дослідження, дискутувати та формувати власні наукові твердження на основі виявлених фактів, отримає лабораторну практику та тренується у професійних навиках щодо філогенетичних досліджень рослин і грибів.
Мета навчальної дисципліни	Опанувати методологію наукових досліджень в молекулярній філогенії рослин і грибів для планування та реалізації власного дисертаційного дослідження.

Завдання навчальної дисципліни	- вміти аналізувати наукові публікації з сучасних досягнень у молекулярній філогенії рослин і грибів; - оволодіти сучасними філогенетичними методами та підходами; - мати навички лабораторних досліджень та комп'ютерного опрацювання даних щодо молекулярної філогенії рослин і грибів; - навчитися розбудовувати структурно-логічну схему власного наукового дослідження; - мати навички ведення дискусії на основі аналізу відомої інформації та власних результатів
Пререквізити	Для засвоєння даного курсу здобувачем вищої освіти потрібні знання з молекулярної біології, біохімії та теорії еволюції, ботаніки, мікології, альгології, зоології, мікробіології, цитології та фізіології рослин, тобто базових дисциплін першого (бакалаврського) рівня вищої освіти; філогенії органічного світу, знання методів ампліфікації, роботи з генетичними послідовностями, базами генетичних даних, методами побудови філогенетичних дерев та навичок, набутих під час науково-дослідницького практикуму (базових та варіативних дисциплін другого (магістерського) рівня).
Програмні результати навчання	Мати концептуальні та методологічні знання з молекулярної філогенії рослин і грибів і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні світових досягнень з ботаніки, мікології і ліхенології, отримання нових знань та/або здійснення інновацій. Глибоко розуміти загальні принципи та методи молекулярної філогенії, а також методологію наукових досліджень в ботаніці та мікології, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері біології та у викладацькій практиці. Демонструвати постійну відданість розвитку нових ідей, наукових гіпотез у передових контекстах професійної та науково-освітньої діяльності у

	ботаніці та мікології на засадах академічної та професійної доброчесності. Розуміти і застосовувати сучасні інтегративні підходи для вирішення сучасних фундаментальних і прикладних задач за напрямом молекулярна філогенія рослин і грибів.
Опитування	Опитування здобувачів відбувається після закінчення курсу
Ключові слова	Молекулярна філогенія, родинні зв'язки, еволюція, таксономія, рослини, водорості, гриби, інтегративний підхід, молекулярний аналіз

Структура курсу

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни
	денна форма здобуття освіти
Кількість кредитів – 3	Варіативна
	Рік підготовки – 1, 2-й Семестри 2, 3-й
Загальна кількість годин	90
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2, лабораторних – 2 самостійної роботи студента – 2	Лекції 10 год. (2 сем.) 10 год. (3 сем.)
	Семінарські 10 год. (2 сем.) 10 год. (3 сем.)
	Лабораторні 10 год. (2 сем.) 10 год. (3 сем.)
	Самостійна робота 16 год. (2 сем.) 14 год. (3 сем.)
	Вид контролю:
	Залік – 2, 3 семестри
Технічне забезпечення/обладнання	Приміщення відділу фікології, ліхенології та бріології (семінари) та малий зал засідань (семінари, лекції): проєктор, ноутбук; лабораторія молекулярної філогенії: ламінарний бокс, центрифуги, дезінтегратор, вортекс, ампліфікатор, обладнання для гель-

	електрофорезу, трансілюмінатор.
Політика курсу	Мова викладання матеріалу, відповідей, дискусій, оцінювання тощо, державна. Про застосування англійської мови на окремих заняттях здобувачі освіти мають бути попереджені заздалегідь. Заняття можуть бути проведені у змішаній формі: аудиторні заняття або у форматі відеоконференцій (Zoom). Лабораторні заняття проводяться очно або можуть бути проведені у форматі відеоконференцій (при комп'ютерному опрацюванні матеріалу). Для ведення конкретних занять та ініціації дискусій з окремих тем можуть бути запрошені провідні вчені України та світу. Для успішного складання підсумкового контролю з дисципліни вимагається участь у всіх семінарах та лабораторних заняттях. Здобувачам, які представили документи щодо проходження подібного курсу в інших ЗВО, переноситься кількість кредитів, яку вони отримали в сертифікаті. Інша кількість кредитів добирається під час освоєння курсу. До окремих семінарів можуть бути залучені здобувачі третього (освітньо-наукового) рівня інших ЗВО та особи, що підвищують кваліфікацію тощо. Високо цінується конструктивна участь в обговоренні. До всіх здобувачів застосовується рівне ставлення. Не допускаються порушення академічної доброчесності та булінг. Викритий на будь-якому прояві плагіату здобувач отримує нульові позиції за елемент курсу (семінар, диференційований залік тощо).

Схема курсу

Тиж-день	Тема занять	Лекції, год	Семі-нари, год	Лаб. роб., год	Само-стійна робота, год
Семестр 2					
1	Тема 1. Поняття та основні принципи молекулярної систематики. Філогенія рослинного світу.	2	2	–	2
2	Тема 2. Етапи молекулярного аналізу, структура РНК та ДНК, екстракція ДНК	2	2	2	2
3	Тема 3. Основні генетичні маркери, праймери, полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР)	2	2	2	2
4	Тема 4. Поняття сиквенсингу та асемблінгу генетичних послідовностей	2	–	2	2
5	Тема 5. Початкова робота з нуклеотидними послідовностями: генетичний банк NCBI	2	2	2	2
6	Тема 6. Початкова робота з нуклеотидними послідовностями: генетичний банк BLAST	–	2	-	3
7	Тема 7. Лабораторне обладнання та особливості його використання	–	–	2	3
	Всього за семестр:	10	10	10	16
Семестр 3					
1	Тема 8. Подальша робота з нуклеотидними послідовностями: побудова матриці послідовностей, множинне вирівнювання	-	-	4	2
2	Тема 9. Філогенетичний аналіз: структура та різновиди філогене-тичних дерев, філетичні групи	2	4	–	2

3	Тема 10. Генетичні дистанції та еволюційні моделі	2	2	–	2
4	Тема 11. Методи побудови філогенетичних дерев: дистанційні методи	2	2	2	2
5	Тема 12. Методи побудови філогенетичних дерев: методи аналізу дискретних ознак	2	–	2	2
6	Тема 13. Вторинна структура РНК: методи побудови та використання у таксономії вищих рослин та водоростей та грибів	2	2	2	2
7	Тема 14. Вторинна структура РНК: методи побудови та використання у таксономії грибів та грибоподібних організмів	–	–	–	2
	Всього за семестр:	10	10	10	14
	Всього:	20	20	20	30

Система оцінювання

Вид навчальної роботи	**Кількість годин**	**Максимальна кількість балів**
Лекції	20 год.	20 балів
Семінарські заняття	20 год.	20 балів
Лабораторні заняття	20 год.	20 балів
Самостійна робота	30 год.	30 балів
Разом	**90 год.**	**90 балів**

Семестр	**Лекції**	**Семінари**	**Лабораторні**	**Самостійна робота**	**Разом**
2 семестр	10	10	10	16	**46 балів**
3 семестр	10	10	10	14	**44 бали**
Разом	**20**	**20**	**20**	**30**	**90 балів**

Поточне оцінювання результатів навчання здобувачів здійснюється за **90-бальною шкалою** відповідно до видів навчальної роботи та її обсягу.

- **лекційні заняття – до 20 балів**;
- **семінарські заняття – до 20 балів**;
- **лабораторні заняття – до 20 балів**;
- **самостійна робота – до 30 балів**.

Максимальна кількість балів за дисципліну становить **90**. Розподіл балів між семестрами здійснюється пропорційно обсягу навчального навантаження: **46 балів — у 2 семестрі та 44 бали — у 3 семестрі**.

Форма підсумкового контролю – залік у 2-му та 3-му семестрах.

Критерії оцінювання самостійної роботи

На самостійну роботу відведено 30 годин, відповідно, максимальна кількість балів за її виконання становить 30 балів. Оцінювання здійснюється за результатами виконання здобувачами індивідуальних і групових завдань, спрямованих на поглиблення та систематизацію знань, формування навичок аналізу наукової інформації та застосування теоретичних положень на практиці.

Вид самостійної роботи	**Max. к-ть балів**
Опрацювання рекомендованої навчальної та наукової літератури, підготовка конспекту/тез	5
Підготовка відповідей на проблемні та контрольні запитання	5
Складання таблиць, схем, класифікацій, порівняльних характеристик	5
Пошук, аналіз та опрацювання наукових джерел за визначеною тематикою	5
Підготовка коротких повідомлень, презентацій, інформаційно-аналітичних матеріалів	5
Виконання індивідуального аналітичного/практичного завдання	5
Разом	**30**

Критерії оцінювання самостійної роботи

Кількість балів	**Критерії оцінювання**
5	Завдання виконано повністю, самостійно та в установлені строки; матеріал опрацьовано ґрунтовно; продемонстровано розуміння основних понять і закономірностей, уміння аналізувати та узагальнювати інформацію; використано актуальні наукові джерела; результати сформульовано логічно, аргументовано та грамотно; відсутні суттєві помилки.
4	Завдання виконано повністю, однак наявні окремі неточності або незначні недоліки в обґрунтуванні, структурі чи оформленні; здобувач демонструє достатній рівень опрацювання матеріалу та вміння застосовувати набуті знання.
3	Завдання виконано переважно правильно, проте матеріал опрацьовано недостатньо глибоко; наявні окремі змістові помилки, неповні висновки або недостатня аргументація; використання наукових джерел обмежене.

2	Завдання виконано частково; здобувач відтворює переважно фактичний матеріал без достатнього аналізу та узагальнення; наявні суттєві неточності, неповні відповіді або недоліки оформлення.
1	Виконано лише окремі елементи завдання; матеріал опрацьовано поверхово, відповіді фрагментарні, наявна значна кількість помилок.
0	Завдання не виконано або результат не відповідає визначеним вимогам.

Примітка: конкретний розподіл 30 балів між окремими видами самостійної роботи може здійснюватися відповідно до змісту тем та обсягу завдань у 2-му і 3-му семестрах.

Критерії оцінювання аудиторної роботи

Кількість балів	Критерії оцінювання
5	Здобувач повністю володіє навчальним матеріалом, демонструє глибоке розуміння основних понять, закономірностей і положень теми; правильно використовує фахову термінологію; надає повні, логічні та аргументовані відповіді; бере активну участь в обговоренні проблемних питань; уміє аналізувати, порівнювати, узагальнювати та застосовувати знання під час розв’язання навчальних завдань.
4	Здобувач демонструє достатній рівень знань і розуміння матеріалу; відповіді переважно повні та правильні, але містять окремі неточності; правильно використовує основну термінологію; бере участь в обговоренні; уміє застосовувати теоретичні знання для виконання навчальних завдань.
3	Здобувач засвоїв основний зміст теми, однак його відповіді неповні або недостатньо аргументовані; допускає окремі помилки у використанні термінології та поясненні матеріалу; має труднощі з аналізом і узагальненням інформації; бере участь в обговоренні переважно за допомогою викладача.
2	Знання здобувача мають фрагментарний характер; відповіді неповні, містять суттєві помилки; здобувач недостатньо розуміє основні положення теми, має труднощі з формулюванням висновків та застосуванням знань; потребує значної допомоги викладача.
1	Здобувач демонструє мінімальний рівень засвоєння матеріалу; відповіді фрагментарні, поверхові, містять значну кількість помилок; бере участь в обговоренні лише за безпосереднього стимулювання та допомоги викладача.
0	Здобувач не підготовлений до семінарського заняття, не виконав передбаченого завдання або не продемонстрував знань з теми.

Максимальна кількість за семінарські заняття – 20 балів.

Критерії оцінювання роботи на лабораторних заняттях

Кількість балів	Критерії оцінювання
5	Лабораторну роботу виконано повністю, послідовно та правильно; здобувач добре володіє теоретичними основами та методикою виконання роботи; самостійно здійснює необхідні практичні операції; правильно використовує обладнання, матеріали та методи дослідження; коректно фіксує й опрацьовує результати; формулює змістовні та обґрунтовані висновки.
4	Лабораторну роботу виконано повністю; здобувач правильно розуміє методику та послідовність її виконання, допускає лише незначні неточності; результати отримано та оформлено правильно; висновки загалом відповідають отриманим результатам і достатньо обґрунтовані.
3	Основний обсяг лабораторної роботи виконано; здобувач розуміє загальну методику, але допускає окремі помилки під час виконання практичних операцій, опрацювання або оформлення результатів; висновки неповні або недостатньо обґрунтовані.
2	Лабораторну роботу виконано частково; здобувач має недостатні знання методики, допускає суттєві помилки, потребує допомоги викладача; результати дослідження опрацьовано неповністю або неправильно; висновки сформульовано недостатньо.
1	Виконано лише окремі елементи лабораторної роботи; здобувач демонструє мінімальні знання методики, не може самостійно виконати основні операції; результати фрагментарні або містять значні помилки.
0	Лабораторну роботу не виконано або здобувач не продемонстрував розуміння її мети, методики та основних етапів виконання.

Максимальна кількість за лабораторні заняття – 20 балів.

Загальний розподіл аудиторної роботи

Вид аудиторної роботи	Кількість годин	Максимальна кількість балів
Семінарські заняття	20	20
Лабораторні заняття	20	20
Разом	**40**	**40**

Питання до контрольних замірів знань

1. Сучасна система органічного світу.
2. Основні молекулярні маркери, що використовуються для ідентифікації рослин та грибів.

3. Екстракція ДНК: основні етапи роботи.
4. Структура рибосомального оперону. Молекулярна ідентифікація на основі рибосомального оперону до родового і видового рівня.
5. Ділянки ДНК: кодуючі, некодуючі, спейсери, інтрони. Реплікація, транскрипція, трансляція, сплайсинг.
6. Полімеразна ланцюгова реакція: основні поняття, принципи, етапи.
7. Праймери, загальні поняття, структура, використання, особливості.
8. Секвенування за Сенгером та нового покоління: особливості, відмінності.
9. Асемблінг нуклеотидних послідовностей: основні принципи, комп'ютерні програми.
10. Вирівнювання послідовностей: парне та множинне, основні принципи, програми.
11. Генетичний банк (NCBI): особливості роботи з нуклеотидними послідовностями в ньому.
12. Веб-платформа BLAST: особливості роботи.
13. Поняття філогенетичного дерева та основна мета філогенетичного аналізу.
14. Структура філогенетичного дерева: гілки, вузли, кластери, корінь, OTU.
15. Генетичні дистанції: основні поняття, обрахування.
16. Еволюційні моделі: різновиди, використання, вибір найкращої моделі для аналізу.
17. Філетичні групи: поняття про моно-, пара- та поліфілію.
18. Методи побудови філогенетичних дерев: основні поняття, програми.
19. Дистанційні методи побудови філогенетичних дерев: різновиди, основні ознаки, програми.
20. Методи побудови філогенетичних дерев за аналізом дискретних ознак: різновиди, основні ознаки, програми.
21. Вторинна структура ITS-2: основні кроки побудови, веб-платформи, програми.
22. Вторинна структура 16S–23S-регіону прокаріот: основні кроки побудови, веб-платформи, програми.
23. Аналіз вторинної структури ITS-2: поняття про компенсаторні заміни нуклеотидів (CBCs та hCBCs).
24. Залучення філогенетичних методів до власних дисертаційних досліджень.
25. Сучасна філогенія групи рослин (грибів), що є предметом дисертаційної роботи.
26. Особливості вивчення молекулярної філогенії групи рослин (грибів), що є предметом дисертаційної роботи.
27. Основні результати молекулярного вивчення групи рослин (грибів), що є предметом дисертаційної роботи, протягом курсу та плани на майбутнє.
28. Який внесок можна зробити до філогенії і таксономії групи рослин (грибів), що є предметом дисертаційної роботи.

29. Які генетичні маркери традиційно використовуються у філогенії групи рослин (грибів), що є предметом дисертаційної роботи, та які варто пробувати у майбутньому.
30. Поняття баркодингу у сучасній філогенії рослин та грибів.
31. Метагеноміка та метабаркодинг: поняття та принципи.
32. Клонування ДНК (генів), особливості, методи, використання.

Список рекомендованих джерел для самостійного опрацювання курсу

Монографії:

Леонтьєв Д.В. Система органічного світу: історія та сучасність». Харків: Вид. група «Основа», 2018.

Молекулярна філогенія і сучасна таксономія наземних спорових рослин. / за ред. Кондратюка С.Я. Київ: Наук.думка, 2013.

Alberts B., Johnson A., Walter P. et al. Molecular Biology of the Cell. – Taylor & Francis, 2008.

Глущенко В.И., Акулов А.Ю., Леонтьев Д.В., Утевский С.Ю. Основы общей систематики: Учебное пособие Харьков: ХНУ, 2004.

Ней М., Кумар С. Молекулярная эволюция и филогенетика. Київ: КВІЦ, 2004.

Масюк Н.П., Костіков І.Ю. Водорості в системі органічного. Київ: Академперіодика, 2002.

Whelan S., Liò P., Goldman N. Molecular phylogenetics. Berlin: Springer, 2001.

Статті:

Caisová L., Marin B., Melkonian M. A. Consensus Secondary Structure of ITS2 in the Chlorophyta Identified by Phylogenetic Reconstruction. - Protist, 2017, Vol. 164: 482–496.

Coleman A.W. Pan-eukaryote ITS2 homologies revealed by RNA secondary structure. - Nucleic Acids Research, 2007, Vol. 35, No. 10: 3322–3329

Glaser K., Mikhailyuk T., Permann C., Holzinger A., Karsten U. (2025). New Strains of the Deep Branching Streptophyte *Streptofilum*: Phylogenetic Position, Cell Biological and Ecophysiological Traits, and Description of *Streptofilum arcticum* sp. nov. Environmental Microbiology 27 (1): e70033. https://doi.org/10.1111/1462-2920.70033

Mikhailyuk T., Glaser K., Demchenko E., Hotter V., Pushkareva E., Karsten U. (2025). Diversity of algae and cyanobacteria from biological soil crusts in the high Arctic (Svalbard) along two different moisture gradients. European Journal of Phycology 60 (2): 221-244. https://doi.org/10.1080/09670262.2025.2490372

Mikhailyuk T., Glaser K., Tsarenko P., Demchenko E., & Karsten U. (2019). Composition of biological soil crusts from sand dunes of the Baltic Sea coast, in the context of an integrative approach to the taxonomy of microalgae and cyanobacteria. Eur. J. Phycol. 54(3): 263–290.

Mikhailyuk T., Vinogradova O., Glaser K., Akimov Y., Gromakova A., Karsten U. (2026). Carminoleptolyngbya gen. nov. and Kondratevia gen. nov.: two new cyanobacterial genera from terrestrial habitats of Germany and Ukraine based on a polyphasic approach. European Journal of Phycology. https://doi.org/10.1080/09670262.2025.2592022

Mikhailyuk T., Vinogradova O., Holzinger A., Glaser K., Akimov Yu., Karsten U. (2022). *Timaviella dunensis* sp. nov. from sand dunes of the Baltic Sea, Germany, and emendation of *Timaviella edaphica* (Elenkin) O.M. Vynogr. & Mikhailyuk. Phytotaxa. 532(3): 192–208.

Mikhailyuk T.I., Vinogradova O.M., Glaser K., Rybalka N.A., Demchenko E.M., Karsten U. (2021). Algae of Biological Soil Crusts from Sand Dunes of the Danube Delta Biosphere

Reserve (Odesa Region, Ukraine). Intern. J. Algae. 23 (1): 7-42. https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v23.i1.20

Nilsson, R. H., Larsson, K.-H., Taylor, A. F. S., Bengtsson-Palme, J., Jeppesen, T. S., Schigel, D., … Abarenkov, K. (2018). The UNITE database for molecular identification of fungi: handling dark taxa and parallel taxonomic classifications. Nucleic Acids Research, 1, 1–7.

Samolov E., Mikhailyuk T., Lukešová A., Glaser K., Büdel B., Karsten U. (2019). Usual alga from unusual habitats: biodiversity of *Klebsormidium* (Klebsormidiophyceae, Streptophyta) from the phylogenetic superclade G isolated from biological soil crusts. Mol. Phyl. Evol. 133: 236–255.

Turland N.J., Wiersema J.H., Barrie F.R., Greuter W., Hawksworth D.L., Herendeen P.S., Knapp S., Kusber W.-H., Li D.-Z., Marhold K., May T.W., McNeill J., Monro A.M., Prado J., Price M.J., Smith G.F. (eds.) (2018). *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress, Shenzhen, China, July 2017*. Regnum Vegetabile 159. Glashütten: Koeltz Botanical Books. https://doi.org/10.12705/Code.2018

Дисертації:

Михайлюк Т.І. (2021). Водорості та ціанобактерії біологічних ґрунтових кірочок: різноманіття, філогенія, таксономія, екологія, поширення: Дис... д-ра біол. наук: 03.00.05 / НАН України; Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного. Київ, 2021.

Дармостук В.В. (2020). Ліхенофільні гриби степової зони України. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 «Біологія». Херсонський державний університет, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, Київ.

Електронні ресурси:

EMBL, European Molecular Biology Laboratory: https://www.embl.org/
ITS-2 database: https://its2.bioapps.biozentrum.uni-wuerzburg.de/?group_pub
Mafft: https://mafft.cbrc.jp/alignment/software/
MFold: https://www.unafold.org/
NCBI, National Center for Biotechnology Information: http://www.ncbi.nlm.nih. gov/
RNA structure Version 5.6.: http://rna.urmc.rochester.edu/RNAstructure. html

UNITE database: https://unite.ut.ee/