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 № 351 від «30» вересня 2026 р.

СИЛАБУС ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ
Сучасні геоінформаційні технології в біологічних дослідженнях

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	Сучасні геоінформаційні технології в біологічних дослідженнях
Тип курсу	Варіативна компонента
Адреса викладання курсу	м. Київ, вул. 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	4
Викладач	Олександр Поліщук (Oleksandr Polishchuk), кандидат біологічних наук, старший дослідник https://orcid.org/0000-0001-5500-5106
Посилання на сайт	https://www.botany.kiev.ua/polishchuk.htm
Контактний телефон, мессенджер	+380954394997
E-mail викладача:	mrpolischhuk@gmail.com
Графік консультацій	Четвер, 15:00–17:00 очно або онлайн (за попередньою домовленістю)
Методи викладання	Лекції, практичні заняття, демонстрації, робота з просторовими даними, індивідуальний ГІС-проєкт
Форма контролю	залік
Анотація дисципліни	Дисципліна спрямована на формування у здобувачів практичних і методологічних компетентностей із застосування сучасних геоінформаційних технологій у біологічних та екологічних дослідженнях. Курс охоплює принципи організації просторових даних, системи координат, роботу з векторними та растровими даними, просторовий аналіз, цифрові моделі рельєфу, дані дистанційного зондування Землі, інтеграцію польових і відкритих біологічних даних, просторове моделювання, моделювання поширення видів (Species Distribution Modelling, SDM) та картографічну візуалізацію. Основна увага приділяється відтворюваному дослідницькому процесу із використанням QGIS, GRASS GIS, GDAL, R та Python і застосуванню ГІС до власних дисертаційних досліджень здобувачів.

Мета навчальної дисципліни	Сформувати здатність самостійно проєктувати та реалізовувати геоінформаційний компонент біологічного дослідження: від отримання, перевірки й підготовки просторових даних до їх аналізу, моделювання, візуалізації та відтворюваного представлення результатів.
Завдання навчальної дисципліни	• сформувати розуміння структури, якості та просторової прив'язки геоданих; • навчити коректно працювати із системами координат, проєкціями та просторовими перетвореннями; • опанувати базові та розширені операції з векторними і растровими даними; • навчити інтегрувати GPS/польові спостереження, дані GBIF та інші біологічні набори з просторовими шарами; • сформувати навички аналізу цифрових моделей рельєфу та просторових екологічних змінних; • ознайомити з принципами дистанційного зондування Землі та використанням Sentinel/Landsat у біологічних дослідженнях; • опанувати підходи до просторової інтерполяції, аналізу щільності, буферного та зонального аналізу, оцінки близькості та просторового перекриття; • опанувати базовий робочий процес Species Distribution Modelling (SDM): підготовку occurrence-даних, добір екологічних предикторів, формування background/pseudo-absence даних, просторову валідацію, оцінювання моделей і побудову карт придатності середовища; • навчити автоматизувати типові ГІС-процеси засобами QGIS Processing, R та Python; • сформувати навички створення наукових карт і відтворюваних просторових робочих процесів; • застосувати набуті навички до власного дисертаційного або іншого біологічного дослідження.

Пререквізити	Для успішного засвоєння дисципліни бажані базові знання з біології, екології, ботаніки або суміжних природничих дисциплін, основ статистики та навички роботи з табличними даними. Попередній досвід роботи у ГІС не є обов'язковим. Бажаними є базові навички роботи з R або Python та наявність власних просторових чи польових даних, пов'язаних із темою дисертаційного дослідження.
Програмні результати навчання	Після завершення курсу здобувач повинен: • розуміти моделі просторових даних, системи координат, проєкції та джерела просторової похибки; • знаходити, оцінювати та підготовлювати відкриті геопросторові й біологічні дані для аналізу; • виконувати векторний, растровий, зональний і рельєфний аналіз у ГІС; • використовувати дані ДЗЗ для оцінки рослинного покриву, стану біотопів і змін земної поверхні; • інтегрувати польові, біологічні та дистанційні дані в єдиному просторовому аналізі; • будувати та критично оцінювати базові моделі поширення видів, уникати просторового витоку інформації та інтерпретувати карти придатності середовища і невизначеності; • застосовувати QGIS/GRASS GIS та базові засоби R/Python для автоматизації просторового аналізу; • створювати науково коректні карти та документувати відтворюваний геоінформаційний робочий процес; • критично оцінювати обмеження просторових даних та уникати типових помилок просторової інтерпретації.
Опитування	Опитування здобувачів відбувається після закінчення курсу
Ключові слова	геоінформаційні системи, ГІС, QGIS, GRASS GIS, GDAL, просторові дані, системи координат, векторні дані, растрові дані, дистанційне зондування Землі, Sentinel-2, Landsat, цифрова

	модель рельєфу, GBIF, просторовий аналіз, картографування, R, Python, відтворювані дослідження, species distribution modelling (SDM), екологічна ніша, occurrence-дані, pseudo-absence, spatial cross-validation, habitat suitability

Структура курсу	
Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни
	денна форма здобуття освіти
Кількість кредитів – 3	Варіативна
	Рік підготовки – 2-й Семестри – 4-й
Загальна кількість годин	90
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – відповідно до розкладу самостійної роботи здобувача – відповідно до індивідуального плану	Лекції 20 год.
	Семінарські 40 год.
	Самостійна робота 30 год.
	Вид контролю:
	Залік – 4 семестр
Технічне забезпечення/обладнання	Програмне забезпечення QGIS, R/RStudio (sf, terra, biomod2, blockCV, maxnet), за потреби Python (GeoPandas, Rasterio, scikit-learn); доступ до GBIF та відкритих кліматичних/екологічних растрів.
Політика курсу	Мова викладання навчального матеріалу, відповідей, дискусій та оцінювання, як правило, державна. Англійська мова використовується під час роботи з документацією програмного забезпечення, міжнародними базами даних та науковими публікаціями. Заняття можуть проводитися очно, дистанційно або у змішаному форматі. Практичні заняття передбачають самостійну роботу здобувача за комп'ютером із наданими або власними наборами даних.

	Для успішного завершення курсу необхідно виконати практичні завдання та індивідуальний ГІС-проєкт, пов’язаний із власним біологічним або екологічним дослідженням. Усі карти, скрипти, моделі обробки та аналітичні матеріали мають бути виконані самостійно з належним зазначенням джерел даних, програмних бібліотек та використаних методів. Не допускаються плагіат, фабрикація просторових даних, приховування некоректних перетворень координат або маніпулятивне картографічне представлення результатів.

Схема курсу

Тиждень	Тема занять	Лекції, год	Практичні, год	Самостійна робота, год
Семестр 4				
1	Тема 1. Просторове мислення у біології. Типи геоданих, масштаби, точність, метадані та організація ГІС-проєкту.	2	4	3
2	Тема 2. Системи координат і картографічні проєкції. Геоприв’язка, перепроєктування та контроль просторової похибки.	2	4	3
3	Тема 3. Векторні дані у біологічних дослідженнях. Оцифрування, атрибутивні дані, просторові запити, буфери, оверлей та аналіз близькості.	2	4	3
4	Тема 4. Растрові дані та цифрові моделі рельєфу. Ресемплінг, растрова алгебра, зональна статистика, схил, експозиція та топографічні індекси.	2	4	3
5	Тема 5. Польові та відкриті біологічні дані. GPS/GNSS, GBIF, OpenStreetMap, очищення, контроль	2	4	3

	якості координат та інтеграція спостережень.			
6	Тема 6. Дистанційне зондування Землі для біології. Sentinel-2, Landsat, спектральні канали, хмари, композити, вегетаційні індекси.	2	4	4
7	Тема 7. Просторовий аналіз біотопів і рослинного покриву. Класифікація, зміни земного покриву, фрагментація, інтерполяція (IDW, крігінг), просторова автокореляція.	2	4	4
8	Тема 8. Автоматизація та відтворюваність просторового аналізу. QGIS Processing/Model Designer, GDAL/GRASS GIS, R і Python; наукова картографія та представлення результатів.	2	4	3
9	Тема 9. Моделювання поширення видів (SDM): екологічна ніша, occurrence-дані, доступна область (M), background/pseudo-absence, екологічні предиктори, контроль зміщень.	2	4	2
10	Тема 10. SDM: GLM, MaxEnt/maxnet та ансамблеві моделі; просторова крос-валідація, AUC/TSS/Boyce, карти придатності й невизначеності, індивідуальний ГІС-проєкт.	2	4	2
	Всього за семестр:	20	40	30

Розподіл навчального часу та балів

Вид навчальної роботи	**К-ть годин**	**Max. к-ть балів**
Лекційні заняття	**20**	**–**
Семінарські заняття	**40**	**60**
Самостійна робота	**30**	**40**
Разом	**90**	**100**

Критерії оцінювання семінарських занять

Бали	Критерії оцінювання
2	Здобувач ґрунтовно володіє матеріалом, демонструє розуміння основних положень теми, правильно використовує термінологію, аргументовано відповідає на запитання, бере активну участь в обговоренні, виконує завдання та здатний аналізувати й узагальнювати інформацію.
1	Здобувач володіє основним матеріалом, але відповіді неповні або містять окремі неточності; бере участь в обговоренні, однак має труднощі з аргументацією, аналізом чи узагальненням.
0	Здобувач не підготовлений до заняття, не виконав завдання або не продемонстрував знань із теми.

Вид роботи на семінарських заняттях	Max. к-ть балів
Усні відповіді та участь в обговоренні	**15**
Виконання практичних/ситуаційних завдань	**15**
Аналіз, порівняння та узагальнення навчального матеріалу	**10**
Робота з науковою інформацією та джерелами	**10**
Виконання індивідуальних завдань під час семінарів	**10**
Разом	**60**

Критерії оцінювання самостійної роботи

Вид самостійної роботи	Max. к-ть балів
Опрацювання навчальної та наукової літератури, складання конспектів	**7**
Виконання завдань, контрольних та проблемних питань	**7**
Аналіз наукових джерел та сучасних наукових публікацій	**7**
Складання таблиць, схем, класифікацій, порівняльний аналіз	**6**
Підготовка повідомлень, презентацій, інформаційно-аналітичних матеріалів	**6**
Виконання індивідуальних аналітичних та практичних завдань	**7**
Разом	**40**

Підсумкова оцінка за результатами вивчення дисципліни визначається як сума балів, отриманих за виконання завдань семінарських занять і самостійної роботи. Максимальна кількість балів становить 100. Лекційні заняття окремо не оцінюються.

Питання до контрольних замірів знань

1. Що таке геоінформаційна система і які компоненти просторового дослідження вона об’єднує?
2. Чим відрізняються векторна і растрова моделі даних та для яких біологічних задач кожна з них доцільна?

3. Що таке система координат і картографічна проєкція? Які помилки виникають при некоректному перепроєктуванні?
4. Як оцінювати точність і якість географічних координат польових спостережень?
5. Основні операції просторового оверлею, буферизації та аналізу близькості у біологічних дослідженнях.
6. Растрова алгебра, ресемплінг і зональна статистика: принципи та приклади застосування.
7. Які похідні показники можна отримати з цифрової моделі рельєфу та яке їх біологічне значення?
8. Джерела відкритих біологічних і геопросторових даних. Принципи роботи з GBIF та контролю якості occurrence-даних.
9. Основні характеристики Sentinel-2 і Landsat, важливі для біологічних досліджень.
10. Спектральні індекси рослинності: принцип, приклади та обмеження інтерпретації.
11. Підходи до маскування хмар і формування часових/сезонних композитів супутникових даних.
12. Просторова інтерполяція: IDW і крігінг, припущення та критерії вибору методу.
13. Що таке просторова автокореляція і чому вона важлива для статистичного аналізу біологічних даних?
14. Основні підходи до аналізу змін земного покриву та фрагментації біотопів.
15. Як уникати псевдореплікації та витоку просторової інформації при побудові просторових моделей?
16. Автоматизація ГІС-процесів у QGIS Processing/Model Designer, GDAL і GRASS GIS.
17. Можливості R (sf, terra) та Python (GeoPandas, Rasterio) для відтворюваного просторового аналізу.
18. Принципи наукової картографії: масштаб, легенда, проєкція, символіка, колір і картографічна генералізація.
19. Як коректно візуалізувати просторову невизначеність і обмеження результатів?
20. Які дані, методи та етапи необхідні для побудови відтворюваного ГІС-робочого процесу у власному дисертаційному дослідженні?
21. Що таке Species Distribution Modelling (SDM) і чим карта потенційної придатності середовища відрізняється від карти фактичного поширення виду?
22. Які джерела bias характерні для occurrence-даних і як їх можна зменшити перед моделюванням?

23. Як обирають область моделювання, background та pseudo-absence дані і як ці рішення впливають на SDM?

24. Чому випадковий train/test split може завищувати якість просторової моделі та як працює spatial block cross-validation?

25. Як інтерпретувати AUC, TSS, Boyce index, variable importance, response curves та карти невизначеності, і які обмеження мають ці показники?

Список рекомендованих джерел та ресурсів для самостійного опрацювання курсу

1. QGIS Development Team. QGIS Documentation: User Guide, Training Manual, Processing Framework. https://docs.qgis.org/
2. GRASS Development Team. GRASS GIS Documentation. https://grass.osgeo.org/learn/manuals/
3. GDAL/OGR Contributors. GDAL Documentation. https://gdal.org/
4. Copernicus. Copernicus Data Space Ecosystem and Sentinel-2 documentation. https://dataspace.copernicus.eu/
5. U.S. Geological Survey. Landsat Missions: data, products and documentation. https://www.usgs.gov/landsat-missions
6. GBIF. Data Use, Occurrence Data and API Documentation. https://www.gbif.org/
7. Pebesma E. (2018). Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data. The R Journal, 10(1), 439–446. https://doi.org/10.32614/RJ-2018-009
8. Hijmans R.J. terra: Spatial Data Analysis. R package documentation. https://rspatial.org/terra/
9. GeoPandas developers. GeoPandas documentation. https://geopandas.org/
10. Rasterio developers. Rasterio documentation. https://rasterio.readthedocs.io/
11. Thuiller W. et al. biomod2: Ensemble Platform for Species Distribution Modeling. R package documentation.
12. Valavi R. et al. blockCV: spatially or environmentally separated folds for k-fold cross-validation of species distribution models. R package documentation.
13. Phillips S.J., Anderson R.P., Schapire R.E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling, 190, 231–259.
14. Elith J., Leathwick J.R. Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 40, 677–697.