



Автоматизація збору та аналізу геопросторових даних
Робоча програма освітнього компонента (Силабус)

Реквізити освітнього компонента

Рівень вищої освіти	Другий (освітньо-професійний)
Галузь знань	Е Природничі науки, математика та статистика
Спеціальність	Е2 Екологія
Освітня програма	Цифрові технології захисту довкілля
Статус освітнього компонента	Обов'язковий
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг освітнього компонента	4 кредити ЕКТС (120 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	3 години на тиждень (2 години лекційних та 1 година практичних занять)
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: Булгаков Є.С. Практичні: Булгаков Є.С.
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=8133

Програма освітнього компонента

1. Опис освітнього компонента , його мета, предмет вивчення та результати навчання

1.1. Мета освітнього компонента .

Дисципліна формує у здобувачів здатність автоматизувати повний цикл роботи з геоданими для завдань екологічного моніторингу та управління довкіллям: від польового збору до аналітики, моделювання і публікації результатів у вигляді карт, дашбордів та звітів. Вона безпосередньо відповідає запиту ринку на фахівців, здатних працювати в умовах масштабної цифровізації екологічної безпеки, інтеграції з європейськими практиками та потребі в оперативному обміні даними й прийнятті рішень на основі доказів.

Дисципліна узгоджена з профілем ОП «Цифрові технології захисту довкілля», яка спрямована на цифровізацію екологічної інформації та моніторингових досліджень і забезпечує міждисциплінарну підготовку з акцентом на сучасні цифрові технології.

Мета навчальної дисципліни

Сформувані компетентності для проектування та впровадження автоматизованих конвеєрів (pipelines) збору, зберігання, оброблення, аналізу та візуалізації геопросторових даних з різних джерел (польові сенсори/мобільні застосунки/БПЛА/відкриті державні реєстри), що підтримують прийняття екологічно обґрунтованих управлінських рішень.

Предмет вивчення

Методи, стандарти та інструменти автоматизації роботи з геоданими: моделі даних (raster/vector), системи координат, OGC-сумісні сервіси та API, ETL-процеси для геоданих, просторові БД (PostGIS), бібліотеки аналізу (GDAL/OGR, GeoPandas/термінологічні аналоги), засоби дистанційного зондування, веб-картографія і дашборди, контроль якості, відтворюваність та документування.

Відповідно до мети підготовка магістрів ОПП/магістрів ОНП вимагає посилення сформованих у студентів компетентностей:

- Здатність до організації робіт, пов'язаних з оцінкою екологічного стану, захистом довкілля та оптимізацією природокористування, в умовах неповної інформації та суперечливих вимог.
- Здатність керувати системою контролю за ефективністю використання природних ресурсів та енергії, модернізації виробництва для забезпечення його ресурсоефективності.
- Здатність працювати з даними, отриманими автоматизованими системами.

1.2. Основні завдання освітньої компоненти.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння освітнього компонента мають продемонструвати такі результати навчання:

- Знати новітні методи та інструментальні засоби екологічних досліджень, у тому числі методи та засоби математичного і геоінформаційного моделювання.
- Уміти використовувати сучасні інформаційні ресурси з питань екології, природокористування та захисту довкілля.
- Оцінювати екологічні ризики за умов недостатньої інформації та суперечливих вимог.
- Уміти використовувати сучасні методи обробки і інтерпретації інформації при проведенні інноваційної діяльності.
- Застосовувати нові підходи для вироблення стратегії прийняття рішень у складних непередбачуваних умовах.
- Уміти отримувати, аналізувати та візуалізувати дані автоматизованих систем

2. Пререквізити та постреквізити освітнього компонента (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення освітнього компонента «Більш чисті виробництва» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом вивчення освітніх компонентів, які вивчалися в бакалавраті. Освітній компонент «Сучасні технології інформаційного забезпечення в екології» забезпечує виконання магістерської дисертації.

3. Зміст освітнього компонента

Розділ 1. Основи геоінформаційних технологій та інструменти ГІС

Тема 1 – Геопросторові дані та ГІС у сфері екології.

Тема 2 – Моделі геоданих та системи координат.

Тема 3 – Програмні платформи та конвеєри обробки геоданих.

Розділ 2. Джерела та збір геопросторових даних

Тема 4 – Польові сенсори та мобільні застосунки в екологічному моніторингу.

Тема 5 – Дані дистанційного зондування та БПЛА.

Тема 6 – Відкриті геодані та державні реєстри.

Розділ 3. Просторові бази даних та стандарти інтероперабельності

Тема 7 – Просторові бази даних та PostGIS.

Тема 8 – Інтероперабельність геоданих та OGC-сервіси.

Тема 9 – Інфраструктура геопросторових даних (SDI) та стандарти ISO.

Розділ 4. Обробка та аналіз геоданих

Тема 10 – Геообробка та просторовий аналіз екологічних даних.

Тема 11 – Автоматизація оброблення геоданих засобами Python.

Тема 12 – Контроль якості геоданих та відтворюваність аналізу.

Розділ 5. Візуалізація результатів та екологічні кейси

Тема 13 – Картографічна візуалізація та веб-дашборди.

Тема 14 – ГІС для моніторингу та аналізу забруднення довкілля.

Тема 15 – ГІС для управління землекористуванням та оцінки екологічних ризиків.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література (основні джерела):

- 1. Клименко Г.О. Інформаційні технології в екології: підручник. – Суми: ФОП Цьома С.П., 2019. – 164 с. Обов'язкове джерело, що охоплює базові поняття геоінформаційних технологій в екології, включаючи методи збору та обробки екологічних даних. Рекомендовано опанувати розділи, присвячені ГІС та базам даних, перед вивченням профільних тем курсу (доступно у бібліотеці, примірники є у читальному залі).*
- 2. Порєв В.А., Маслов В.П., Порєв Г.В. Інформаційні технології в екології: навч. посібник для студентів ВНЗ. – Київ: НТУУ «КПІ», 2014. – 304 с. Містить фундаментальні відомості про екологічні інформаційні системи, прилади та методи екологічного моніторингу. Є важливою основою для розділів 1–2 силабусу. Обов'язкове для читання (наявне в Електронному архіві КПІ – ELAKPI).*
- 3. Мокін В.Б., Крижановський Є.М. Геоінформаційні системи в екології: електронний навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 192 с. Офіційно доступний електронний посібник, де викладено основи ГІС та розглянуті приклади застосування в екології. Рекомендовано як базовий текст до розділів 1 та 4 курсу (можна знайти в інтернеті на сайті ВНТУ або через ELAKPI).*
- 4. Часковський О., Андрейчук Ю., Ямелинець Т. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS: навчальний посібник. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, «Простір-М», 2021. – 228 с. Містить практичні приклади використання QGIS для вирішення екологічних задач. Є ключовим джерелом для практичної підготовки і тем, пов'язаних з візуалізацією та аналізом (розділи 4–5). Обов'язкові до опрацювання розділи, присвячені картографуванню екоданих (доступно у бібліотеці кафедри).*
- 5. Некос А.М., Щукін Г.Г., Некос В.Ю. Дистанційні методи досліджень в екології: навчальний посібник. – Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2007. – 372 с. Охоплює методи дистанційного зондування та їх застосування для оцінки стану довкілля. Слугує базовим джерелом для теми 5 (дані ДЗЗ) та тем 14–15 (екологічні кейси). Обов'язкове для ознайомлення з основами дистанційних методів.*

Допоміжна література (рекомендована для поглиблення знань):

- 6. Мокін В.Б., Поплавський А.В., Яцолт А.Р. Технології обробки та моделювання екологічної та економічної інформації: електронний навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 130 с. Розглядає сучасні ІТ-рішення в екології, зокрема обробку даних та математичне моделювання. Рекомендовано для кращого розуміння методів аналізу та моделювання (теми 10, 15). Доступно онлайн на сайті ВНТУ.*
- 7. Тарасова В.В. Екологічна статистика: підручник. – Київ: Центр учбової літератури, 2008. – 392 с. Містить методи статистичної обробки екологічних даних. Допоможе при вивченні тем просторового аналізу та оцінки ризиків (теми 10, 15).*

8. Єріна А.М. *Статистичне моделювання та прогнозування: навч. посібник.* – Київ: КНЕУ, 2001. – 170 с. Висвітлює методи математичного моделювання, корисні для розуміння підходів прогнозування в екологічних ГІС-дослідженнях (наприклад, моделі розсіювання забруднень у темі 14).
9. Зацерковний В.І., Тішаєв І.В., Демидов В.К. *Методологія наукових досліджень: навч. посібник.* – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2017. – 236 с. Описує загальні підходи до організації та проведення наукових досліджень. Корисний для підготовки до самостійної наукової роботи, зокрема магістерської дисертації. Факультативне ознайомлення (можна знайти в ELAKPI).
10. Косенко Ю.Ю. «ГІС в екології» – метод. вказівки для виконання практич. робіт (для студ. спец. 101 «Екологія»). – Умань: УНУС, 2019. – 21 с. Містить покрокові рекомендації до лабораторних робіт з ГІС в екології. Рекомендується для практичних занять та самостійного відпрацювання навичок (розділи 4–5).
11. Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В.Б. та ін. *Моніторинг довкілля: підручник / за ред. В.М. Боголюбова, Т.А. Сафранова.* – Херсон: Грінь Д.С., 2011. – 530 с. Комплексний підручник з екологічного моніторингу, що охоплює методи збору даних, оцінки стану довкілля, законодавчі аспекти. Рекомендовано окремі глави для поглиблення тем 4, 14, 15 (польові методи, забруднення, ризики). Через NBUV (Національна бібліотека ім. Вернадського).
12. Лазоренко Н.Ю., Денисюк Б.І., Кінь Д.О. *Прикладне програмування в ГІС: навчальний посібник.* – Київ: КНУБА, 2023. – 218 с.
13. repository.knuba.edu.ua
14. Сучасний посібник, присвячений автоматизації геоаналізу з використанням Python (бібліотеки ArcPy, PyQGIS). Вміщує практичні приклади скриптів для ГІС-задач. Дуже корисний для розділу 4 (тема 11 – автоматизація обробки геоданих). Рекомендовано для самостійного опрацювання студентами, які бажають поглибити навички програмування (доступно в електронному репозиторії КНУБА).
15. de Smith M.J., Goodchild M.F., Longley P.A. *Geospatial Analysis: A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools, 5th Edition.* – Leicester, 2015 (доступно онлайн) bodleian.ox.ac.uk. Всебічний англomовний довідник з геопросторового аналізу. Охоплює широкий спектр методів та інструментів, від основ ГІС до просунутих технік моделювання. Рекомендовано окремі розділи для поглиблення знань з просторового аналізу та статистики (теми 10, 15). Доступ до електронної версії – через вільний ресурс SpatialAnalysisOnline.

Інтернет-ресурси:

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України – Офіційний веб-сайт (новини, законодавство, дані моніторингу) – <https://mep.gov.ua/>. Ресурс містить офіційні дані та звіти з екологічного моніторингу в Україні. Корисний для пошуку актуальної інформації про стан довкілля та регуляторні аспекти (рекомендовано для тем, пов'язаних із практичним моніторингом і кейсами).
2. Інтерактивна мапа забруднення водних ресурсів України – Проект [Texty.org.ua](https://texty.org.ua) – <https://texty.org.ua/water/>. Відкрита веб-ГІС, що відображає дані про якість води у річках України. Використовується як приклад дашборду з екологічною інформацією (відповідає темі 14; можна використовувати для самостійних завдань з аналізу).
3. QGIS – офіційний сайт проекту – Документація, навчальні матеріали, завантаження – <https://qgis.org/>. Містить керівництво користувача, тьюторіали та приклади для QGIS. Рекомендується для практичної роботи в рамках курсу (лабораторні заняття, підготовка до самостійної роботи).
4. Бібліотека ім. В.І. Вернадського (НБУВ) – Електронний каталог та наукові ресурси – <http://www.nbuv.gov.ua/>. Національна бібліотека, де можна шукати підручники, монографії та статті з екології, ГІС та суміжних напрямів. Вказується як джерело для

пошуку літератури, що не представлена у відкритому доступі (зокрема, деякі з рекомендованих підручників можна знайти у фондах НБУВ).

5. GeoServer – офіційний сайт – Документація по розгортанню OGC-сервісів – <http://geoserver.org/>. Містить керівництва зі встановлення та налаштування GeoServer, приклади публікації шарів. Ресурс підтримує тему 8 (OGC-сервісу) – студенти можуть скористатися документацією при виконанні практичних завдань з інтероперабельності.
6. Екологічний портал України – Збірник новин, аналітики та даних – <http://www.ecolog.org.ua/>. Містить тематичні статті, посилання на екологічні бази даних, інтерактивні карти та інші ресурси. Може служити відправною точкою для пошуку актуальних екологічних даних (наприклад, при виконанні СРС, пов'язаної з реальними даними).
7. Електронний архів КПІ ім. Ігоря Сікорського (ELAKPI) – Репозитарій наукових та освітніх матеріалів – <https://ela.kpi.ua/>. Містить навчальні посібники, статті, методичні матеріали, зокрема з дисциплін екологічного та ІТ напрямку. Рекомендується для пошуку навчальних матеріалів (багато з наведених джерел базової та допоміжної літератури доступні в ELAKPI).
8. Портал відкритих даних України – Єдиний державний веб-портал відкритих даних – <https://data.gov.ua/>. Центральний ресурс з великою кількістю відкритих наборів даних від державних установ. Для курсу є цінним джерелом реальних даних (наприклад, дані екологічного моніторингу, кадастрові дані), які можна використовувати в проектах і самостійній роботі.
9. Copernicus Open Access Hub – Портал доступу до супутникових даних Sentinel – <https://scihub.copernicus.eu/>. Забезпечує безкоштовний доступ до супутникових знімків Європейського космічного агентства (Sentinel-1,2,3). Необхідний для практичного отримання даних дистанційного зондування при виконанні кейсів (тема 5, 14, 15).
10. OpenStreetMap – Відкриті краудсорсингові географічні дані – <https://www.openstreetmap.org/>. Глобальна відкрита база геоданих, яка може використовуватися для отримання географічної основи (дороги, річки, забудова тощо). Рекомендовано для використання у проектах курсу як джерело базових шарів та фонового контексту (теми 6, 15).

Навчальний контент

5. Методика опанування освітнього компонента

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних і взаємопов'язаних знань із дисципліни «Автоматизація збору та аналізу геопросторових даних»;
- забезпечення інтерактивної співпраці студентів із викладачем, розвиток самостійного мислення;
- формування у студентів інтересу до самостійної роботи з реальними геопросторовими даними;
- виховання професійно-ділових якостей: точність у роботі з даними, критичне мислення, здатність приймати рішення на основі просторового аналізу;
- демонстрацію сучасних технологій і програмного забезпечення (QGIS, PostGIS, GeoServer, API-сервісу);
- доступне та зрозуміле пояснення нових термінів і понять, ілюстрацію прикладами з екологічного моніторингу;
- визначення сучасних тенденцій розвитку ГІС-технологій і прогнозування їх використання у сфері екології.

Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
---	-------

<p>Геопросторові дані та ГІС у сфері екології. Вступ до понять геопросторових даних і геоінформаційних систем (ГІС), їх роль у екологічних дослідженнях та управлінні довкіллям. Розглядаються компоненти ГІС, види просторової інформації та принципи її організації. Основні питання:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Визначення геопросторових даних, їх типи (точкові, лінійні, полігональні об'єкти; растрові та векторні моделі) • Структура ГІС: дані, програмне забезпечення, апаратні засоби, люди та методи • Приклади використання ГІС в екологічному моніторингу та управлінні (оцінка забруднення, біорізноманіття, планування територій) <p>Література: Базова [1, 2], Допоміжна [11], Інтернет-ресурси [15] Завдання на СРС: Проаналізувати приклади застосування ГІС у розв'язанні екологічних проблем; ознайомитися з однією публікацією про впровадження ГІС у природоохоронних проєктах.</p>	2
<p>Моделі геоданих та системи координат. Вивчаються базові моделі представлення геопросторових даних – растрова та векторна, їх переваги та обмеження для різних завдань. Розглядаються системи координат, картографічні проєкції та їх вплив на точність просторового аналізу. Основні питання:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Растрова vs. векторна модель: структура даних, приклади екологічних задач для кожної моделі • Географічні та проєкційні системи координат; поняття еліпсоїда і датуму, приклади (WGS84, УСК-2000) • Викривлення на картах та вибір проєкції для екологічних картографічних робіт <p>Література: Базова [1, 3], Допоміжна [14], Інтернет-ресурси [24] Завдання на СРС: Самостійно опрацювати приклади перетворення координат між різними проєкціями; дослідити вплив вибору системи координат на площі та відстані при екологічних розрахунках.</p>	2
<p>Програмні платформи та конвеєри обробки геоданих. Огляд сучасних інструментів для роботи з геопросторовими даними та побудови автоматизованих конвеєрів (pipelines). Обговорюються настільні ГІС-програми (QGIS), просторові СУБД (PostGIS), сервери геоданих (GeoServer) та хмарні сервіси (Google Earth Engine як середовище для аналізу супутникових даних; AWS Open Data як репозиторій масивів відкритих геоданих (Sentinel, Landsat, DEM тощо); SentinelHub API як інструмент інтеграції супутникових даних у власні додатки.; їх роль на різних етапах збору, обробки, аналізу та візуалізації даних. Основні питання:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Архітектура ГІС-рішень: клієнтські додатки, сервери геоданих, бази даних, веб-сервіси • Огляд PyQGIS та GeoPandas: коли скрипти кращі за Model Builder • Огляд інструментів: QGIS як настільна ГІС, PostGIS як база геоданих, GeoServer для публікації картографічних сервісів • Концепція ETL-процесів (Extract, Transform, Load) для геоданих; сценарії автоматизації повного циклу від збору польових даних до публікації результатів <p>Література: Базова [2, 4], Допоміжна [12, 13], Інтернет-ресурси [17] Завдання на СРС: Додатково ознайомитися з прикладами реалізації автоматизованих ГІС-конвеєрів (наприклад, проєктами на GitHub, кейсами з літератури); порівняти можливості різних ГІС-платформ для інтеграції даних.</p>	2
<p>Джерела та збір геопросторових даних Тема 4 – Польові сенсори та мобільні застосунки в екологічному моніторингу.</p>	2

<p>Висвітлюються засоби автоматизованого збору даних у польових умовах: мережі датчиків (сенсори якості повітря, води, ґрунту), метеостанції, IoT-пристрої. Розглядається використання мобільних застосунків та краудсорсингу для збору геопросторової інформації про довкілля. Основні питання:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Типи польових сенсорів та їхні дані (температура, вологість, концентрація забрудників тощо) та передача цих даних (телекомунікації, інтернет речей) • Застосування мобільних ГІС-додатків (збір GPS-треків, геолокація фото, опитувальники для екологічних спостережень) • Автоматизація надходження польових даних до баз даних та хмарних сервісів для подальшого аналізу <p>Література: Базова [1], Допоміжна [11], Інтернет-ресурси [15, 22] Завдання на СРС: Розібратися з прикладом використання конкретного сенсора або мобільного застосунку для екологічного моніторингу (напр. AirVisual для якості повітря); дослідити протоколи передачі даних (напр. MQTT) та можливості їх інтеграції в ГІС.</p>	
<p>Дані дистанційного зондування та БПЛА. Вивчаються джерела геопросторових даних, отриманих засобами дистанційного зондування Землі – зокрема супутникові знімки та аерофотознімання з безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Обговорюються спектральні індекси, просторове та часове розрізнення даних, а також інструменти автоматизованої обробки зображень. Основні питання:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Огляд сучасних супутникових місій та відкритих даних (Sentinel, Landsat) та їх застосування для екологічного моніторингу (NDVI, NDWI та інші індекси) • Google Earth Engine: колекції Sentinel/Landsat, базові операції (фільтри, редуктори, експорт) • Використання дронів (БПЛА) для збирання високодетальних даних: ортофотоплани, моделі рельєфу, гіперспектральні зйомки • Автоматизовані підходи до обробки зображень: попередня обробка (калібрування, геоприв'язка), класифікація та виявлення змін на основі часових рядів <p>Література: Базова [5], Допоміжна [8, 10], Інтернет-ресурси [23] Завдання на СРС: Самостійно знайти та завантажити зразок супутникового знімка (наприклад, через Copernicus Hub) для обраної території; побудувати спектральний індекс (NDVI або інший) та проаналізувати його значення.</p>	2
<p>Відкриті геодані та державні реєстри. Тема присвячена джерелам відкритих даних з геоприв'язкою, що доступні через інтернет, та їх інтеграції в екологічні проекти. Розглядаються державні кадастрові та екологічні реєстри, глобальні відкриті бази геоданих (OpenStreetMap тощо), а також платформи відкритих даних. Основні питання:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Публічні кадастрові карти та реєстри (напр. земельний кадастр, реєстр викидів та скидів забруднювачів): структура даних, способи доступу (веб-портали, API) • OGC API Features та STAC як стандарти доступу до відкритих геоданих (у т.ч. Copernicus) • Платформи відкритих даних: типові набори екологічних даних (якість води, атмосферні показники, біота) та формати їх представлення • Глобальні краудсорсингові геодані (OpenStreetMap) і їх використання для екологічних задач; ліцензування та якість відкритих даних 	2

<p>Література: Базова [2], Допоміжна [6], Інтернет-ресурси [21, 25, 28] Завдання на СРС: Виконати пошук та завантаження відкритих даних по заданій екологічній тематиці (наприклад, дані моніторингу водних ресурсів з порталу відкритих даних); проаналізувати структуру обраного набору даних та підготувати його до імпорту в ГІС.</p>	
<p>Просторові бази даних та стандарти інтероперабельності Тема 7 – Просторові бази даних та PostGIS. Розглядаються принципи зберігання геопросторової інформації у реляційних базах даних. Вивчається розширення PostGIS для СУБД PostgreSQL, що забезпечує збереження, індексацію та запити просторових об'єктів. Обговорюються основи мови SQL для геоданих та типові операції (просторові запити, об'єднання, агрегування). Основні питання:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Моделі збереження геоданих у СУБД: просторові типи (Geometry, Geography), GiST-індекси для швидкого пошуку об'єктів за площами та відстанями • Запити SQL з просторовими операторами та функціями: вибір об'єктів у радіусі, визначення перетинів, обчислення площ і відстаней засобами PostGIS • Архітектура клієнт-сервер: підключення ГІС-програм (QGIS) до PostGIS, спільна робота з базою даних в команді <p>Література: Базова [2], Допоміжна [12, 14], Інтернет-ресурси [17, 19] Завдання на СРС: Розгорнути локально або в хмарі базу даних PostgreSQL з PostGIS; створити просторову таблицю та виконати декілька прикладів запитів (напр. знайти всі спостережні пункти в межах заданого полігону).</p>	2
<p>Інтероперабельність геоданих та OGC-сервіси. Вивчаються принципи сумісності геопросторових даних і систем, стандарти Open Geospatial Consortium (OGC) для обміну даними. Розглядаються веб-сервіси OGC: WMS, WFS, WCS для публікації картографічних шарів, а також інтерфейси REST API для доступу до геоданих. Обговорюється практичне розгортання таких сервісів (наприклад, за допомогою GeoServer) та використання їх клієнтськими застосунками. Основні питання:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Стандарти OGC: призначення і коротка характеристика WMS (картинка карти), WFS (векторні об'єкти), WCS (растрові покриття), WMTS, CSW (каталоги) • OGC API (Features, Tiles) і STAC — сучасні веб-інтерфейси поруч із WMS/WFS/WCS; приклади з Copernicus Dataspace • Формати обміну геоданими: GeoJSON, GML, KML, Shapefile, GeoPackage – порівняння та випадки використання • Приклад налаштування GeoServer для публікації шару даних; доступ до опублікованих даних через веб-клієнти або QGIS (через URL сервісу) <p>Література: Базова [3, 4], Допоміжна [13], Інтернет-ресурси [17] Завдання на СРС: Дослідити можливості безкоштовних хмарних ГІС-сервісів (наприклад, GeoServer на Heroku або аналогічні) для розгортання власного WMS/WFS; налаштувати публікацію невеликого набору даних і перевірити доступ до нього з QGIS або веб-браузера.</p>	2
<p>Інфраструктура геопросторових даних (SDI) та стандарти ISO. Тема присвячена концепції інфраструктури просторових даних на національному та міжнародному рівнях. Розглядається директива INSPIRE та приклади національних геопорталів. Окрема увага – стандартам серії ISO 19100 (метадані, якість даних, каталоги) і принципам документування геоданих для забезпечення їх сумісності та багаторазового використання. Основні питання:</p>	2

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Поняття SDI (Spatial Data Infrastructure): компоненти (дані, метадані, сервіси, нормативна база, користувачі); огляд Європейської інфраструктури INSPIRE та її тематичних наборів даних</i> • <i>Стандарти ISO 191xx для геоінформації: ISO 19115 (метадані), ISO 19157 (якість даних) та інші – їх призначення і ключові елементи</i> • <i>Національні геоінформаційні ресурси: геопортали, регіональні інфраструктури даних в Україні, відкриті каталоги</i> <p><i>Література: Базова [4], Допоміжна [13], Інтернет-ресурси [20, 25]</i></p> <p><i>Завдання на СРС: Ознайомитися зі структурою метаданних за стандартом ISO 19115; переглянути приклад запису метаданних на Європорталі INSPIRE або національному геопорталі та проаналізувати, які відомості він містить про набір даних.</i></p>	
<p><i>Геообробка та просторовий аналіз екологічних даних. Розглядаються методи аналізу геопросторової інформації для вирішення екологічних задач. Включає класичні ГІС-операції (накладання шарів, буферизація, просторове приєднання), а також просторово-статистичні методи (аналіз щільності, інтерполяція значень в точках моніторингу). Наводяться приклади застосування цих методів для оцінки стану довкілля. Основні питання:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Накладання (overlay) шарів карт: оцінка перетину природоохоронних зон з джерелами забруднення, побудова карт конфліктів використання територій</i> • <i>Буферний аналіз (buffering) та аналіз близькості: визначення зон впливу навколо забруднювачів або об'єктів інфраструктури</i> • <i>Статистичний аналіз точкових даних: побудова карт щільності (heatmaps) для аварій або захворювань, інтерполяція показників якості довкілля (напр. забруднення повітря) методами Kriging, IDW</i> <p><i>Література: Базова [1, 3], Допоміжна [7, 14], Інтернет-ресурси [20]</i></p> <p><i>Завдання на СРС: Застосувати один із методів просторового аналізу до відкритого набору екологічних даних (напр. побудувати карту щільності викидів за даними реєстру); порівняти результати різних методів інтерполяції на власному прикладі.</i></p>	2
<p><i>Автоматизація оброблення геоданих засобами Python. Вивчаються підходи до автоматизації геообробки з використанням мов програмування, зокрема Python. Огляд бібліотек GeoPandas, GDAL/OGR, Rasterio та інших для читання, обробки та аналізу геоданих. Розглядається створення скриптів для виконання повторюваних операцій, пакетна обробка великої кількості даних, інтеграція ГІС-функцій у робочі потоки. Основні питання:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Огляд бібліотек Python для роботи з геоданими: GeoPandas (аналіз векторних даних), GDAL/OGR (інструменти для конвертації форматів і робота з растровими та векторними даними), Rasterio, Shapely (геометричні операції)</i> • <i>Створення скриптів для автоматизації: читання даних, виконання просторових перетворень (проєкція, кліппінг, об'єднання шарів) та генерація вихідних карт/звітів без ручної роботи в ГІС-програмах</i> • <i>Інтеграція різних етапів в один код: приклад pipeline на Python, що завантажує дані з інтернет-джерела, очищує та аналізує їх і будує фінальну карту або графік (наприклад, автоматизована побудова дашборду)</i> <p><i>Література: Базова [3], Допоміжна [9, 12], Інтернет-ресурси [21]</i></p> <p><i>Завдання на СРС: Написати простий Python-скрипт для вирішення конкретного завдання (наприклад, визначити кількість об'єктів із одного набору, що</i></p>	2

<p>потрапляють в буферну зону навколо об'єктів іншого набору); протестувати скрипт на реальних даних.</p>	
<p>Контроль якості геоданих та відтворюваність аналізу. Тема фокусується на забезпеченні достовірності та якості геопросторових даних і результатів їх аналізу. Розглядаються типові похибки в геоданих (просторові й атрибутивні), методи виявлення та виправлення помилок. Також обговорюються принципи відтворюваності: документування процедур, версіонування даних та скриптів, використання метаданих. Основні питання:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Джерела похибок у геоданих: позиційна точність, неповнота даних, узгодженість атрибутів; оцінка точності результатів (наприклад, матриця помилок для класифікації зображень) • Інструменти контролю якості: валідація даних у ГІС (топологічні перевірки, перевірка діапазонів значень), автоматизоване тестування скриптів геообробки • Документування та відтворюваність: підготовка метаданих для наборів даних, коментарі до коду та README-файли для проєктів, використання систем контролю версій (Git) для відстеження змін у даних та коді <p>Література: Базова [4], Допоміжна [13], Інтернет-ресурси [18, 21] Завдання на СРС: Перевірити якість наявного набору геоданих (напр. наявність помилок топології в шарі полігонів); скласти короткий звіт із описом виявлених проблем та їх можливого впливу на аналіз.</p>	2
<p>Картографічна візуалізація та веб-дашборди. Висвітлюються методи представлення результатів геоаналізу у наочній формі. Розглядаються принципи створення зрозумілих карт: вибір проєкції, дизайн символів, класифікація даних, використання кольорових схем для екологічних показників. Вивчається побудова інтерактивних веб-карт і дашбордів для моніторингу довкілля (наприклад, веб-карти забруднення, онлайн-дашборди з показниками). Основні питання:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Правила картографічного дизайну: вибір оптимального способу відображення екологічних даних (ізолінії, хороплети, картограми), підбір легенди, підписів та пояснень • Інтерактивні карти: технології WebGIS для створення карт, які дозволяють користувачу взаємодіяти з шарами (OpenLayers, Leaflet; опублікування через GeoServer або хмарні сервіси) • Експорт з GEE/CB API у COG/GeoTIFF та публікація через GeoServer/WMS; посилання на джерело даних у макеті • Дашборди для екологічного моніторингу: поєднання карт, графіків і показників у реальному часі (на прикладі платформ типу ArcGIS Dashboard, Tableau або open-source аналогів) <p>Література: Базова [4], Допоміжна [9], Інтернет-ресурси [13, 17] Завдання на СРС: Розробити макет інфографіки або дашборду на основі реальних екологічних даних (напр. рівень забруднення повітря в містах); обґрунтувати вибір картографічних методів і показників для ефективної передачі інформації.</p>	2
<p>ГІС для моніторингу та аналізу забруднення довкілля. В рамках кейсу розглядається використання геоінформаційних технологій для моніторингу забруднення води, повітря та ґрунтів. Демонструється процес побудови автоматизованого аналізу: від збору даних сенсорами та відкритими джерелами до отримання карт розподілу забрудників. Обговорюються моделі розсіювання забруднення та оцінка впливу на населення і екосистеми. Основні питання:</p>	2

<ul style="list-style-type: none"> • ГІС-підтримка моніторингу якості повітря: збирання даних станцій моніторингу та сенсорів, побудова карт концентрацій (наприклад, PM2.5, NO₂) та виявлення гарячих точок • Оцінка забруднення водних ресурсів: інтеграція даних гідрохімічного моніторингу, побудова карт забруднення річкових басейнів; використання ГІС для моделювання поширення забруднення вниз за течією • Використання моделей розсіювання (наприклад, Gaussian plume model) в ГІС: просторовий аналіз впливу джерела забруднення на прилеглі території, врахування метеоданих при прогнозі забруднення <p>Література: Базова [1, 5], Допоміжна [8, 11], Інтернет-ресурси [13, 16] Завдання на СРС: На основі відкритих даних (напр. інтерактивна мапа забруднення вод Texty.org.ua) проаналізувати динаміку зміни рівня забруднення за певний період; підготувати коротку доповідь з картографічними ілюстраціями.</p>	
<p>ГІС для управління землекористуванням та оцінки екологічних ризиків. Розглядається застосування геоінформаційних систем у завданнях просторового планування та оцінки ризиків для довкілля. Вивчається аналіз змін землекористування (наприклад, урбанізація, вирубка лісів) за допомогою ГІС та дистанційних даних. Обговорюється моделювання екологічних ризиків і надзвичайних ситуацій (повені, зсуви, пожежі) та використання просторових моделей для підтримки рішень. Основні питання:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Моніторинг змін землекористування: використання серій космічних знімків для виявлення змін (ландшафтна динаміка, оцінка втрат лісів), індекси змін (напр. NBR для оцінки наслідків пожеж) • ГІС в оцінці природних ризиків: побудова карт ризику паводків (аналіз рельєфу, водозборів), моделювання зон затоплення; оцінка пожежної небезпеки (кліматичні дані, рослинність) • Інтеграція даних для просторового планування: врахування екологічних ризиків і обмежень при розробці планів землекористування, використання ГІС для вибору оптимальних територій під певні потреби з мінімальним впливом на довкілля <p>Література: Базова [5], Допоміжна [6, 7], Інтернет-ресурси [16, 28] Завдання на СРС: Провести аналіз конкретної території на предмет екологічних ризиків (обрати один тип ризику – повінь, пожежа або зсув – і з використанням ГІС-інструментів визначити зони найвищого ризику); підготувати рекомендації щодо використання території з урахуванням отриманих результатів.</p>	2
<u>Всього</u>	<u>30</u>

Практичні заняття

Практичні заняття є важливою складовою процесу навчання, оскільки забезпечують формування у студентів навичок роботи з програмним забезпеченням, даними та сервісами для автоматизації збору й аналізу геопросторової інформації. Вони дозволяють:

- закріпити й поглибити теоретичні знання, отримані на лекціях;
- оволодіти практичними методами обробки просторових даних у QGIS та суміжних інструментах;
- навчитися працювати з відкритими кадастровими та екологічними реєстрами;
- формувати навички самостійного дослідження і практичного застосування теорії;
- підготувати студентів до виконання курсових і магістерських робіт, що базуються на автоматизованому аналізі геоданих.

Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
Автоматизовані конвеєри збору та обробки геоданих. Концепція <i>pipeline</i> : етапи (збір – трансформація – зберігання – візуалізація). Структура даних і проєкту, вимоги до автоматизації. Література: Базова [1], [2]; Допоміжна [12]; Інтернет-ресурси: [17]. Завдання на СРС: проаналізувати приклад ETL-процесу для екологічних даних.	2
API та веб-сервіси як джерело екологічних геоданих. Робота з REST API (EEA, SaveEcoBot), JSON/GeoJSON як формат обміну. Інтеграція даних із зовнішніх сервісів у локальні проєкти. Література: Базова [2]; Допоміжна [13]; Інтернет-ресурси: [22]. Завдання на СРС: завантажити набір з API та підготувати його до використання в ГІС.	2
Індекси стану довкілля: NDWI, NDSI. Використання спектральних індексів для оцінки водних об'єктів та снігового/льодового покриву. Розрахунок та верифікація результатів. Література: Базова [5]; Допоміжна [8]; Інтернет-ресурси: [23]. Завдання на СРС: обчислити NDWI/NDSI для обраної території та зробити карту.	2
Обробка часових рядів екологічних даних. Інтеграція даних із сенсорних мереж та супутникових знімків у часові ряди. Аналіз трендів і сезонності. Література: Базова [1]; Допоміжна [6]; Інтернет-ресурси: [22]. Завдання на СРС: побудувати часовий ряд NDVI/NDWI і зробити графічну інтерпретацію.	2
Модульна контрольна робота (МКР).	2
Цифрові моделі рельєфу (ЦМР) та гідрологічний аналіз. Використання DEM для визначення водозборів і зон затоплення. Інтеграція результатів у екологічні проєкти. Література: Базова [5]; Допоміжна [8]; Інтернет-ресурси: [23]. Завдання на СРС: побудувати карту водозборів для заданої території.	2
Просторове моделювання екологічних ризиків. Побудова сценаріїв (повені, пожежі, зсуви) на основі ГІС-даних. Використання мультикритеріального підходу (<i>overlay</i>). Література: Базова [1], [3]; Допоміжна [7]; Інтернет-ресурси: [20]. Завдання на СРС: змоделювати карту ризику для одного обраного чинника.	2
Автоматизація геообробки за допомогою Python. Використання бібліотек GeoPandas, GDAL для написання скриптів. Приклади пакетної обробки даних та інтеграції результатів у QGIS. Література: Базова [3]; Допоміжна [12]; Інтернет-ресурси: [21]. Завдання на СРС: створити скрипт для просторового аналізу (<i>buffer/overlay</i>).	2
Всього	16

Самостійна робота

Самостійна робота студентів займає **62 % часу** від загального обсягу вивчення освітнього компонента (74 з 120 годин). Її головне завдання – поглиблення знань у сфері автоматизації збору

та аналізу геопросторових даних, які виходять за рамки лекційних і практичних занять. У процесі самостійної роботи студент має:

- навчитися користуватися сучасними джерелами та сервісами геоданих;
- оволодіти методами роботи з відкритими кадастровими та екологічними реєстрами;
- сформувати навички самостійного збору, аналізу, візуалізації й інтерпретації просторових даних;

Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Основи автоматизації роботи з геоданими: QGIS, відкриті дані, метадані, CRS. Завдання: створити базовий проєкт (структура папок), підключити шару з відкритих джерел, уніфікувати CRS, оформити README/Processing Model. Література: Базова: [1], [2], [3]; Допоміжна: [6], [10]; Інтернет-ресурси: [12], [14], [16].	8
Автоматизований збір і попередня обробка геоданих. Завдання: інтеграція даних сенсорів/мобільних застосунків, завантаження даних з API (JSON/GeoJSON), перевірка якості та структури даних. Література: Базова: [2]; Допоміжна: [13]; Інтернет-ресурси: [22].	10
Дистанційне зондування Землі та спектральні індекси (NDVI, NDWI, NDSI, NBR). Завдання: підготувати сцени Sentinel-2 (маска хмар, AOI), розрахувати індекси, визначити пороги/класи для інтерпретації, оформити карти. Література: Базова: [5]; Допоміжна: [8]; Інтернет-ресурси: [23].	10
Часові ряди Sentinel-2 та аналіз змін. Завдання: зібрати серію знімків, проаналізувати сезонність/тренди (Temporal Controller), побудувати Δ NDVI/ Δ NDWI та теплову карту змін. Література: Базова: [5], [1]; Допоміжна: [6]; Інтернет-ресурси: [14].	8
Просторовий аналіз і моделювання екологічних ризиків. Завдання: overlay, buffer, зональна статистика, побудова моделей ризику (затоплення/пожежі), інтеграція з кадастровими даними (spatial join). Література: Базова: [3], [4]; Допоміжна: [7], [11]; Інтернет-ресурси: [12], [14], [20].	8
Автоматизація геообробки засобами Python. Завдання: використати GeoPandas/GDAL для скрипту (buffer/overlay/heatmap), організувати pipeline, експортувати результати. Література: Базова: [3]; Допоміжна: [12]; Інтернет-ресурси: [21].	9
Виконання індивідуального завдання	15
Підготовка до МКР	6
Всього годин	74

Забезпечення програмних результатів складовими освітнього компоненту

Програмний результат	Лекційні заняття	Практичні та лабораторні заняття, індивідуальні завдання
Знати новітні методи та інструментальні засоби екологічних досліджень, у тому числі методи та засоби математичного і геоінформаційного моделювання.	Лекції: Геопросторові дані та ГІС у сфері екології; Моделі геоданих та системи координат; Програмні платформи та конвеєри обробки геоданих; Геообробка та просторовий аналіз екологічних даних;	NDVI: розрахунок та картографування; NDWI та NDSI; NBR: наслідки пожеж; Часові ряди Sentinel-2; Теплові карти змін; Цифрова модель рельєфу та гідрологічний аналіз; Буферизація та оцінка ризиків; Мультикритеріальний

	<i>Автоматизація оброблення геоданих засобами Python</i>	<i>аналіз; Автоматизація обробки (Processing/Model Builder); Індивідуальне завдання</i>
<i>Уміти використовувати сучасні інформаційні ресурси з питань екології, природокористування та захисту довкілля.</i>	<i>Лекції: Польові сенсори та мобільні застосунки в екологічному моніторингу; Дані дистанційного зондування та БПЛА; Відкриті геодані та державні реєстри; Інтегрованість геоданих та OGC-сервіси; Інфраструктура геопросторових даних (SDI) та стандарти ISO</i>	<i>Пошук і завантаження відкритих екологічних даних; Системи координат і перепроєкція; Табличні дані моніторингу та приєднання атрибутів; Інтеграція кадастрових та екологічних даних (Spatial Join); Картографічний дизайн і компоновка макетів; Індивідуальне завдання</i>
<i>Оцінювати екологічні ризики за умов недостатньої інформації та суперечливих вимог.</i>	<i>Лекції: Геообробка та просторовий аналіз екологічних даних; Контроль якості геоданих та відтворюваність аналізу; ГІС для моніторингу та аналізу забруднення довкілля; ГІС для управління землекористуванням та оцінки екологічних ризиків</i>	<i>NDVI/NDWI/ΔNDVI; Heatmap змін; Зональна статистика; Буферизація та оцінка ризиків; Мультикритеріальний аналіз; Індивідуальне завдання</i>
<i>Уміти використовувати сучасні методи обробки і інтерпретації інформації при проведенні інноваційної діяльності.</i>	<i>Лекції: Просторові бази даних та PostGIS; Автоматизація оброблення геоданих засобами Python; Картографічна візуалізація та веб-дашборди</i>	<i>Робота з векторними та растровими даними; Приєднання атрибутів; Часові ряди Sentinel-2; Автоматизація обробки (Model Builder); Картографічний дизайн і компоновка макетів; Індивідуальне завдання</i>
<i>Застосовувати нові підходи для вироблення стратегії прийняття рішень у складних непередбачуваних умовах.</i>	<i>Лекції: Інфраструктура геопросторових даних (SDI) та стандарти ISO; ГІС для моніторингу та аналізу забруднення довкілля; ГІС для управління землекористуванням та оцінки екологічних ризиків</i>	<i>Heatmap змін; Зональна статистика по адміністративних/земельних одиницях; Буферизація та оцінка ризиків; Мультикритеріальний аналіз; Індивідуальне завдання</i>
<i>Уміти отримувати, аналізувати та візуалізувати дані автоматизованих систем</i>	<i>Лекції: Польові сенсори та мобільні застосунки; Дані дистанційного зондування та БПЛА; Картографічна візуалізація та веб-дашборди</i>	<i>Отримання та підготовка даних для аналізу; Робота з растровими даними Sentinel-2; Розрахунок індексів NDVI/NDWI/NBR; Часові ряди; Картографічний дизайн і макети; Підсумковий міні-проект; Індивідуальне завдання</i>

6. Політика освітнього компонента

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

- Студенти зобов'язані регулярно відвідувати лекційні та Практичні заняття, не спізнюватися та не пропускати їх без поважної причини.
- Пропуски занять підлягають відпрацюванню у форматі, узгодженому з викладачем.
- Під час занять забороняється виконувати сторонні дії, що відволікають (перегляд соцмереж, розмови тощо).
- Використання мобільних телефонів допускається лише як засобу пошуку навчальної інформації (QGIS-довідники, онлайн-карти, законодавчі бази).
- Студенти мають брати активну участь у практичних заняттях: готуватися за літературою, робити короткі доповіді, представляти результати практичних завдань у QGIS.

Правила захисту практичних та індивідуальних завдань

- Усі індивідуальні завдання (розробка кадастрово-екологічної карти, аналітична довідка) захищаються на практичних заняттях.
- Захист передбачає коротку усну презентацію (5–7 хвилин), демонстрацію результатів роботи у QGIS та відповіді на запитання викладача і студентів.
- До захисту допускаються лише ті роботи, які подані у встановлений термін.
- Роботи, що містять ознаки плагіату або були виконані іншою особою, не приймаються.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- Заохочувальні бали (до +10 % від максимальної оцінки) можуть бути нараховані за:
 - участь у наукових конференціях з тематики ГІС/екології;
 - проходження онлайн-курсів з отриманням сертифіката за погодження тематики курсу з викладачем;
- Штрафні бали не передбачені, але невиконання обов'язкових завдань знижує підсумкову оцінку.

Політика дедлайнів та перескладань

- Усі письмові та практичні роботи мають бути здані у встановлені дедлайни.
- Прострочення виконання завдань допускається лише за поважної причини, узгодженої з викладачем.
- Студенти, які не здали роботу вчасно, зобов'язані виконати її протягом 2 тижнів із моменту пропуску.

Політика щодо академічної доброчесності

- Забороняються всі форми академічної недоброчесності: плагіат, списування, підробка результатів, передача робіт іншим студентам.
- При використанні чужих ідей чи матеріалів обов'язково робити посилання на джерела.
- Використання відкритих даних (Публічна кадастрова карта, Copernicus, EEA) допускається лише з дотриманням правил цитування.
- Порушення принципів академічної доброчесності тягне за собою недопуск до захисту роботи та перездачу завдання.
- Принципи академічної доброчесності регламентуються Кодексом честі НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» (розділ 3). Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Політика академічної поведінки та етики

- Студенти мають дотримуватись толерантності, поважати думку інших учасників навчального процесу.
- Аргументи та заперечення слід висловлювати в коректній формі.
- У спілкуванні з викладачем (електронна пошта, месенджери, форуми) студенти зобов'язані дотримуватись етичних норм і поважати робочий час викладача.
- Норми академічної етики визначені у розділі 2 Кодексу честі НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з освітнього компонента згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи	
	кредити	акад.год	Лекц.	Семін.	Л/р	СРС+екз	МКР	Семестрова атестація
1	4	120	30	16	--	74	1	залік

Рейтинг студента з освітнього компонента складається з балів, що він отримує за:

- три контрольні роботи (запланована за робочим планом МКР поділяється на 3 роботи тривалістю по 30 хвилин);
- чотири відповіді на практичних заняттях;
- виконання індивідуального завдання.

Система рейтингових (вагових) балів та критерій оцінювання:

1. Модульні контрольні роботи

Ваговий бал за одну роботу – 20 балів. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює: 20 балів x 3 роботи = 60 балів

Критерії оцінювання контрольних робіт

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Повна відповідь	20
У відповіді не наведено другорядні чи залежні від основних параметри (матеріали)	16-19
У відповіді не наведено половину основних і кілька другорядних параметрів чи ознак	12 – 15
Відповідь поверхнева без належного аналізу параметрів	8 – 11
Відповідь поверхнева без повного розуміння суті, без аналізу параметрів, неповні висновки	1 – 7
Контрольна робота не зараховане	0

2. Відповіді при опитуванні на практичних заняттях.

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює: 5 бали x 4 відповіді = 20 балів

Критерії оцінювання відповідей

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Повна відповідь на запитання	5
Відповідь не достатньо повна (не наведено 1-2 параметрів)	4
У відповіді не наведено 1-2 параметри чи показники, не чітко пояснено зв'язок параметрів	3
Відповідь не повна, не пояснено зв'язок окремих параметрів	2
Відповідь поверхнева без наведення конкретних умов, фактів, немає висновків	1
Відповідь не зарахована	0

3. Виконання індивідуального завдання (робота в QGIS).

Виконання індивідуального завдання (робота в QGIS) оцінюється максимум в 20 балів.

20 балів – робота виконана якісно, з практичним застосуванням;

15–19 – незначні недоліки;

8–14 – неповнота або часткове виконання;

1–7 – робота формальна;
0 – не здана.

Таким чином, рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = 20 \cdot 3 + 5 \cdot 4 + 20 \cdot 1 = 100 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи до першої атестації «ідеальний студент» має набрати 40 балів. На першій атестації студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 20 балів.

За результатами навчальної роботи до другої атестації «ідеальний студент» має набрати 90 балів. На другій атестації студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 45 балів.

Максимальна сума балів за семестр складає 100. Для отримання заліку з освітнього компонента потрібно мати рейтинг не менше 60 балів.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу.

Стартовою оцінкою є бали за індивідуальне завдання (R_i).

Завдання залікової контрольної роботи складається з 5 питань різних розділів силабусу освітнього компонента.

Кожне питання контрольної роботи оцінюється в 16 балів.

Сума балів за залікову контрольну роботу та індивідуальне завдання переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею.

Бали $R=R_{зал} + R_i$	Оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
менше 60	Незадовільно

8. Додаткова інформація з освітнього компонента

Приблизний перелік питань на МКР 1.

Варіант 1

1. Поясніть основні функції ГІС та їх значення для екологічного моніторингу.
2. Порівняйте растрову та векторну моделі даних у задачах дистанційного зондування.
3. Охарактеризуйте можливості мобільних застосунків для збору екологічних даних у полі.

Варіант 2

1. Визначте основні компоненти геоінформаційної системи.
2. Розкрийте роль систем координат у суміщенні супутникових і кадастрових даних.
3. Оцініть переваги та обмеження використання БПЛА в екологічних дослідженнях.

Варіант 3

1. Опишіть призначення та архітектуру автоматизованих конвеєрів обробки геоданих.
2. Наведіть приклади джерел відкритих екологічних даних в Україні та ЄС.
3. Поясніть, як інтегруються дані польових сенсорів у ГІС-проекти.

Варіант 4

1. Визначте базові види геопросторових даних (приклади точкових, лінійних та полігональних об'єктів).
2. Поясніть відмінності між географічними та проєкційними системами координат.

3. Проаналізуйте переваги використання супутникових даних Sentinel-2 для екологічного моніторингу.

Варіант 5

1. Опишіть взаємозв'язок між ГІС, даними та користувачами в екологічних системах.
2. Охарактеризуйте методи попередньої обробки даних дистанційного зондування.
3. Поясніть, як державні реєстри та кадастрові карти інтегруються в екологічний аналіз.

Варіант 6

1. Визначте ключові відмінності між настільними ГІС (QGIS) і серверними платформами (GeoServer).
2. Розкрийте значення датуму та еліпсоїда у геодезичних системах координат.
3. Проаналізуйте можливості краудсорсингових геоданих (OpenStreetMap) для оцінки стану довкілля.

Варіант 7

1. Опишіть основні етапи ETL-процесу для геоданих.
2. Оцініть обмеження використання GPS-даних у мобільних застосунках для збору інформації.
3. Визначте ключові відмінності між Landsat і Sentinel як джерелами екологічних даних.

Варіант 8

1. Поясніть поняття «метадані геоданих» і їх значення для організації ГІС-проектів.
2. Охарактеризуйте вплив вибору картографічної проєкції на точність розрахунків площ і відстаней.
3. Розкрийте роль відкритих екологічних порталів (наприклад, data.gov.ua) у забезпеченні прозорості моніторингу.

Варіант 9

1. Опишіть різновиди просторових запитів, які виконуються у ГІС.
2. Визначте переваги використання БПЛА над супутниковими даними у високодетальних дослідженнях.
3. Поясніть, як поєднання відкритих реєстрів та польових сенсорів підвищує якість екологічного моніторингу.

Варіант 10

1. Визначте відмінності між основними форматами геоданих (Shapefile, GeoJSON, GeoPackage).
2. Поясніть механізм трансформації координат під час інтеграції різних джерел даних.
3. Проаналізуйте приклади практичного використання мобільних ГІС-додатків для моніторингу довкілля.

Приблизний перелік питань на МКР 2.

Варіант 1

1. Опишіть архітектуру PostGIS та його відмінність від звичайних реляційних СУБД.
2. Поясніть призначення OGC-сервісу WMS та наведіть приклад його використання.
3. Які основні компоненти національної інфраструктури просторових даних (SDI)?

Варіант 2

1. Поясніть поняття просторових типів даних (Geometry, Geography) у PostGIS.
2. Розкрийте відмінності між WFS та WCS.
3. Опишіть роль директиви INSPIRE у стандартизації геопросторових даних в ЄС.

Варіант 3

1. Які види просторових індексів підтримує PostGIS і для чого вони використовуються?
2. Опишіть формат GeoJSON і його місце серед OGC-стандартів.
3. Які стандарти серії ISO 191xx регламентують метадані геопросторових даних?

Варіант 4

1. Наведіть приклади просторових запитів у PostGIS (buffer, intersection).

2. Охарактеризуйте відмінності між форматами Shapefile та GeoPackage.
3. Яке значення має стандарт ISO 19115 для організації екологічних даних?

Варіант 5

1. Опишіть процес інтеграції QGIS із PostGIS.
2. Поясніть функції сервісу WMTS та його переваги над WMS.
3. Що таке метадані і чому вони критично важливі для SDI?

Варіант 6

1. Які основні функції PostGIS для обчислення площ, довжин і відстаней?
2. У чому полягає відмінність між сервісами OGC та REST API для геоданих?
3. Які завдання вирішує стандарт ISO 19157 (якість геопросторових даних)?

Варіант 7

1. Поясніть механізм роботи SQL-запиту для пошуку об'єктів у межах полігону (PostGIS).
2. Охарактеризуйте принципи роботи каталогу сервісів (CSW) у SDI.
3. Які основні проблеми виникають при впровадженні INSPIRE в Україні?

Варіант 8

1. Як організовується зберігання растрових даних у PostGIS?
2. У чому різниця між форматами GML та KML?
3. Опишіть практичне значення директиви INSPIRE для екологічного моніторингу.

Варіант 9

1. Наведіть приклад використання PostGIS для аналізу екологічних даних.
2. Які ключові відмінності між WMS і WFS?
3. Які переваги створення єдиної інфраструктури просторових даних на національному рівні?

Варіант 10

1. Які є основні типи геометричних об'єктів у PostGIS?
2. Як працює сервіс OGC WCS і для яких задач він призначений?
3. Які ISO-стандарти регулюють якість та сумісність просторових даних?

Приблизний перелік питань на МКР 3.

Варіант 1

1. Які основні операції просторового аналізу підтримують сучасні ГІС?
2. Поясніть можливості бібліотеки GeoPandas для роботи з векторними даними.
3. Які основні типи похибок трапляються в геоданих?

Варіант 2

1. Опишіть алгоритм буферизації та його застосування в екологічних дослідженнях.
2. Які задачі вирішує бібліотека GDAL/OGR?
3. Поясніть значення метаданних у забезпеченні відтворюваності аналізу.

Варіант 3

1. Які методи інтерполяції використовуються для створення поверхонь за точковими даними?
2. Наведіть приклади використання Python для пакетної обробки геоданих.
3. У чому полягає процедура валідації топології геоданих?

Варіант 4

1. Що таке просторове приєднання (spatial join) і які приклади його застосування?
2. Опишіть можливості бібліотеки Rasterio для роботи з растрами.
3. Як здійснюється перевірка точності результатів класифікації (confusion matrix)?

Варіант 5

1. Поясніть різницю між картами щільності (heatmap) та картами інтерполяції.
2. Як за допомогою Python можна реалізувати конвертацію форматів геоданих?
3. Які інструменти використовуються для виявлення дублювання чи неповноти атрибутів?

Варіант 6

1. Опишіть приклади накладання шарів (overlay) та їх значення в екологічному аналізі.
2. Які геометричні операції забезпечує бібліотека *Shapely*?
3. У чому полягає поняття відтворюваності дослідження в ГІС?

Варіант 7

1. Як застосовуються зональні статистичні розрахунки в екологічному аналізі?
2. Опишіть переваги використання *Python*-скриптів у порівнянні з ручною обробкою в *QGIS*.
3. Які методи контролю якості використовуються для перевірки просторових даних?

Варіант 8

1. Які існують методи аналізу близькості (*proximity analysis*) у ГІС?
2. Опишіть принципи створення автоматизованого конвеєра аналізу (*pipeline*) у *Python*.
3. Які проблеми можуть виникати при інтеграції геоданих із різних джерел?

Варіант 9

1. Які методи геообробки застосовуються для оцінки ризиків природних катастроф?
2. Поясніть принцип роботи бібліотеки *Fiona*.
3. Як системи контролю версій (*Git*) підтримують відтворюваність аналізу геоданих?

Варіант 10

1. Опишіть можливості геостатистичного аналізу в ГІС (коротко).
2. Як можна реалізувати просторову вибірку об'єктів за допомогою *Python*?
3. Чим відрізняється контроль логічної узгодженості від контролю позиційної точності в геоданих?

Інша інформація для студентів

Особливу увагу студентам слід приділяти роботі з *QGIS* – саме ця платформа використовується для більшості практичних занять, виконання індивідуального завдання та підготовки до заліку.

Обов'язковим елементом підготовки є робота з відкритими даними (портал відкритих даних України, *Copernicus Open Access Hub*, *OpenStreetMap*, ресурси *EEA*, *SaveEcoBot*).

Значна частина завдань вимагає інтеграції даних з різних джерел – польових сенсорів, супутникових знімків, державних реєстрів, краудсорсингових платформ. Студенти мають навчитися коректно поєднувати їх у єдиному проєкті.

Під час модульних та підсумкових контрольних завдань частина питань перевіряється у форматі практичного завдання: студент має продемонструвати навички імпорту даних, виконання просторових операцій, базової автоматизації (*Model Builder* або скрипти *Python*) та побудови карти.

Додатково студентам рекомендується ознайомитися з:

- *INSPIRE Directive* та стандартами *ISO* серії 19100 (метадані, якість геоданих, інтероперабельність);
- методичними матеріалами *QGIS* (*QGIS Documentation, Training Manual*);
- глобальними відкритими базами даних (*CORINE Land Cover, Natura 2000, Global Forest Change*);
- науковими публікаціями з екологічного моніторингу та геоінформаційних технологій;
- прикладами веб-дашбордів та онлайн-карт для моніторингу довкілля.

Приблизний перелік питань на залік

Розділ 1. Основи геоінформаційних технологій та інструменти ГІС

1. Поясніть сутність геопросторових даних і роль ГІС у сфері екології.

2. Охарактеризуйте основні компоненти ГІС та їх взаємозв'язок.
3. Порівняйте растрову та векторну моделі геоданих.
4. Поясніть значення систем координат та принципи їх трансформації.
5. Охарактеризуйте сучасні програмні платформи для роботи з геоданими.
6. Поясніть принципи побудови конвеєрів (pipelines) обробки геоданих.
7. Наведіть приклади використання ГІС у моніторингу довкілля.

Розділ 2. Джерела та збір геопросторових даних

8. Охарактеризуйте польові сенсори для збору екологічних даних.
9. Поясніть роль мобільних застосунків у екологічному моніторингу.
10. Опишіть принципи отримання даних дистанційного зондування Землі.
11. Порівняйте можливості БПЛА та супутникових систем у моніторингу.
12. Поясніть значення відкритих геоданих у сфері довкілля.
13. Проаналізуйте структуру державних кадастрових та екологічних реєстрів.
14. Наведіть приклади інтеграції польових, дистанційних та відкритих даних у єдиній ГІС.

Розділ 3. Просторові бази даних та стандарти інтероперабельності

15. Охарактеризуйте просторові бази даних та можливості PostGIS.
16. Поясніть роль SQL-запитів у просторовому аналізі даних.
17. Охарактеризуйте OGC-сервіси (WMS, WFS, WCS) та їх використання.
18. Поясніть значення інтероперабельності геоданих для екологічних досліджень.
19. Охарактеризуйте інфраструктуру геопросторових даних (SDI).
20. Поясніть основні положення стандартів ISO серії 19100 у сфері геоданих.
21. Наведіть приклади використання SDI в Україні та ЄС.

Розділ 4. Обробка та аналіз геоданих

22. Охарактеризуйте основні інструменти геообробки в ГІС.
23. Поясніть методи просторового аналізу екологічних даних.
24. Охарактеризуйте засоби автоматизації обробки геоданих у Python.
25. Поясніть можливості бібліотек GDAL/OGR та GeoPandas.
26. Охарактеризуйте принципи контролю якості геоданих.
27. Поясніть значення відтворюваності аналізу та способи її забезпечення.
28. Наведіть приклади аналізу екологічних ризиків за допомогою ГІС.

Розділ 5. Візуалізація результатів та екологічні кейси

29. Поясніть принципи картографічної візуалізації результатів аналізу.
30. Охарактеризуйте можливості створення веб-дашбордів для екології.
31. Проаналізуйте приклади використання ГІС для моніторингу забруднення довкілля.
32. Поясніть методи інтеграції ГІС у системи екологічного моніторингу.
33. Охарактеризуйте ГІС-методи для управління землекористуванням.
34. Поясніть підходи до оцінки екологічних ризиків у ГІС.
35. Наведіть приклади застосування ГІС для підтримки прийняття рішень у сфері охорони довкілля.

Робочу програму освітнього компонента (силабус):

Складено Асистент, доктор філософії, Булгаков Є.С.

Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 17 від 29.05.2025р.)

Погоджено методичною комісією ІХФ (протокол № 11 від 27.06.2025р.)