



# Прикладні задачі геопросторового аналізу з використанням методів штучного інтелекту

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### 1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>122 Комп'ютерні науки</i>
Освітня програма	<i>Системи і методи штучного інтелекту</i>
Статус дисципліни (код)	<i>Вибіркова (ПО 3)</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів ЄКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>Rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>Гапон Сергій Вікторович, gapon@wdc.org.ua</i> Практичні: <i>Гапон Сергій Вікторович</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom</i>

### 2. Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна "Прикладні задачі геопросторового аналізу з використанням методів штучного інтелекту" є вибірковою і викладається на етапі спеціалізації здобувачів вищої освіти. Основною метою даної дисципліни є формування у здобувачів компетентностей для застосування сучасних методів штучного інтелекту (ШІ) для вирішення прикладних задач геопросторового аналізу. Вивчення дисципліни спрямоване на розвиток таких загальних та фахових компетентностей: ЗК 5 Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями; ЗК 7 Здатність керувати проектами, організовувати командну роботу та удосконалювати діяльність; ЗК 8 Здатність генерувати нові ідеї й нестандартні підходи (креативність); СК 3 Здатність збирати, формалізувати та аналізувати вимоги до інформаційної системи; СК 5 Здатність застосовувати математичні методи для аналізу моделей предметної області; СК 15 Здатність до проведення досліджень, критичного осмислення проблем та застосування нових підходів у сфері комп'ютерних наук та геоінформатики.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен продемонструвати такі програмні результати навчання ОПП:

РН 5 Моделювати об'єкт розробки або дослідження з точки зору функціональних компонентів (підсистем) таким чином, щоб полегшити та оптимізувати роботу над проектом; використовувати наявні технології та методи динамічного і статичного аналізу програм для забезпечення якості результату.

РН 6 Аналізувати, оцінювати та порівнювати різні технології (методи, мови, алгоритми, графіки робіт) з метою встановлення пріоритетів у відповідності з різними критеріям продуктивності та якості, що визначені завданням, Відшукувати необхідну інформацію у науковій літературі, базах даних, інших джерелах, аналізувати і оцінювати її.

Наприкінці курсу студент повинен **знати**:

Основи геопросторового аналізу, використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та векторних даних у поєднанні з методами штучного інтелекту. Основні алгоритми машинного та глибокого навчання, що застосовуються у задачах класифікації, кластеризації, сегментації та прогнозування на базі геопросторових даних. Програмне забезпечення та платформи для обробки геопросторових даних і навчання моделей штучного інтелекту, такі як Python (бібліотеки TensorFlow, PyTorch), R, ArcGIS, QGIS тощо. Методи інтеграції даних з різних джерел, зокрема геопорталів, відкритих та не публічних даних, у процесі підготовки навчальних наборів даних для моделей ШІ. Методи валідації та оцінки якості моделей штучного інтелекту у задачах геопросторового аналізу.

**вміти**:

Застосовувати алгоритми машинного навчання та глибокого навчання для розв'язання прикладних задач геопросторового аналізу. Використовувати програмне забезпечення для обробки геопросторових даних та побудови моделей ШІ. Проводити обробку даних ДЗЗ та векторних геопросторових даних для підготовки навчальних наборів даних. Оцінювати та інтерпретувати результати роботи моделей ШІ, оптимізувати їхню продуктивність та точність. Розробляти прикладні рішення для геопросторового аналізу у вигляді веб-застосунків або інтегрованих систем, що базуються на моделях штучного інтелекту.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Дисципліна є вибірковою та викладається наприкінці всього навчального курсу. Дисципліна базується на результатах навчання з таких дисциплін: Алгебра та аналітична геометрія, Математичний аналіз, Чисельні методи, Алгоритмізація та програмування, Проектування та аналіз обчислювальних алгоритмів, Дослідження операцій, Системи баз даних, Теорія прийняття рішень, Методи і системи штучного інтелекту, Основи системного аналізу.

Зміст навчальної дисципліни:

### Розділ 1. Джерела геопросторових даних для застосування методів штучного інтелекту

Тема 1.1. Всесвітні каталогізовані джерела відкритих геопросторових даних

Каталогізовані джерела супутникових даних, такі як програми Copernicus, NASA. Методи отримання даних ДЗЗ. Підключення даних через WMS, WFS шари та API з відкритих джерел. Використання веб-застосунків для первинної обробки даних у браузері.

Тема 1.2. Національні джерела геопросторових даних

Методи доступу до національних каталогів геопросторових даних. Інтеграція та збагачення даних ДЗЗ додатковими тематичними даними з національних джерел. Підключення даних у власні проекти для геопросторового аналізу з використанням методів ШІ.

### Розділ 2. Методи обробки геопросторових даних для задач штучного інтелекту

Тема 2.1. Обробка супутникових знімків у видимому діапазоні з використанням ШІ

Завантаження та обробка супутникових даних у середовищі ГІС. Методи комбінування спектральних каналів для отримання індексів NDVI, NDWI та інших тематичних індексів. Використання методів глибокого навчання для аналізу змін на території за серією знімків.

Тема 2.2. Обробка радарних даних для задач машинного навчання

Завантаження та обробка радарних даних. Аналіз спектральних каналів для ідентифікації типів поверхонь та створення часових композитів. Методи супутникового моніторингу та машинного навчання для аналізу радарних даних.

### Розділ 3. Застосування методів штучного інтелекту для моделювання геопросторових явищ та процесів

Тема 3.1. Моделювання природних явищ та процесів

Види природних явищ у контексті моделювання. Методи збору та аналізу геопросторових даних для моделювання факторів формування природних явищ. Імплементация цих даних у моделі ШІ.

Тема 3.2. Моделювання антропогенних явищ та процесів

Ідентифікація антропогенних загроз та явищ. Використання методів штучного інтелекту для аналізу антропогенних факторів, зокрема у поєднанні з природними даними. Супутниковий моніторинг антропогенних впливів.

Тема 3.3. Створення моделей на основі аналізу множинних факторів

Методи збору, обробки та аналізу факторів, що впливають на природні та антропогенні процеси. Інтеграція факторів у вхідні компоненти моделей для їх подальшого навчання та валідації.

#### Розділ 4. Методи моделювання геопросторових даних із використанням ШІ

##### Тема 4.1. Підготовка геопросторових даних для моделей ШІ у середовищі ГІС

Вибір та підготовка даних для задач геопросторового моделювання. Методи інтеграції та обробки векторних та растрових даних у середовищі ГІС. Створення моделей придатності територій та публікація даних у веб-середовище.

##### Тема 4.2. Створення та автоматизація моделей геопросторових даних із використанням ШІ

Методи створення геопросторових моделей із використанням алгоритмів ШІ. Редагування, оновлення та автоматизація моделей у середовищі ГІС. Публікація результатів моделювання у зрозумілому для користувачів вигляді.

### **3. Навчальні матеріали та ресурси**

#### **Базова:**

1. Коробова Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах : навч.-метод. посіб. / С. О. Довгий, С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма та ін. – Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. – 268 с.
2. Кейк Д. Геоінформаційні технології та інфраструктура геопросторових даних: у шести томах. Том 2: Системи керування базами геоданих для інфраструктури просторових даних. Навчальний посібник /Кейк Д., Лященко А.А., Путренко В.В., Хмелевський Ю., Дорошенко К.С., Говоров М. – К.:Планета-Прінт, 2017. – 456 с.
3. Чуйко Г.П. Математичне моделювання систем та процесів: навчальний посібник / Г. П. Чуйко, О. В. Дворник, О. М. Яремчук. – Миколаїв: Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2015. – 244 с.
4. Свідзінська Д. В. Методи геоекологічних досліджень: геоінформаційний практикум на основі відкритої ГІС SAGA: навчальний посібник / Д. В. Свідзінська. К – Логос, 2014. 402 с.
5. Путренко В.В., Даценко Л.М., Лазаренко-Гевель Н.Ю., Максимова Ю.С., Пашинська Н.М., Гапон С.В., Назаренко С.Ю. Прикладні аспекти використання геоінформаційної системи QGIS для вирішення завдань геоаналітики – Київ, ННК «Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку», 2019. – 130 с
6. Трансдисциплінарна геоекологія: монографія / Іван Круглов. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 202 с.

#### **Допоміжна:**

7. Костробій П.П., Маркович Б.М., Візнович О.В., Токарчук М.В., Методи математичного моделювання стохастичних систем: Навчальний посібник, Видавництво “Растр-7”, Львів, 2020, 187 с., ISBN 978-617-7997-01-5.
8. Моделювання систем: навчальний посібник для студентів спеціальностей 6.050103 “Програмна інженерія”, 6.050101 “Комп’ютерні науки” / І. П. Гамаюн, О. Ю. Чередніченко. – Харків : Факт, 2015. – 228 с.
9. Рудаков Д.В. Математичні методи в охороні підземних вод. Навчальний посібник. - Дніпропетровськ: НГУ, 2012. - 158 с
10. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Лабораторний практикум :навчальний посібник [Електронний ресурс] / Під ред. В.Б. Мокіна. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 84 с.

#### **Навчальний контент**

### **4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

У гугл-класі будуть щотижневі завдання з детальними інструкціями та необхідним матеріалом, які необхідно вчасно виконувати.

### **5. Самостійна робота студента/аспіранта**

Індивідуальні завдання складаються з розрахункової роботи з розділів 1-4. Розрахункова робота сприяє поглибленому засвоєнню методів моделювання природних та антропогенних явищ і поцесів, що мають прикладне значення. Методичні рекомендації до виконання розрахункової роботи, варіанти завдань, термін виконання надає лектор всім групам потоку і зазначає у гугл-класі. Викладачі, які ведуть практичні заняття, у двотижневий термін з призначеної дати здачі студентами робіт, перевіряють роботи та виставляють рейтингові бали.

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

Усі роботи студенти мають прикріплювати в особистому кабінеті гугл-класу. Дедлайни кожного завдання позначені в щотижневих завданнях у гугл-класі. Роботи мають бути виконані з дотриманням академічної доброчесності. Політика та принципи академічної доброчесності, етична поведінка студентів визначені у Кодексі честі <https://kpi.ua/code>.

Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Семестровий контроль: **екзамен**.

Рейтинг студента з дисципліни виставляється лектором та складається з балів, що він отримує за:

- ~ виконання контрольних робіт (модульна контрольна робота МКР розбивається на дві КР-1 і КР-2);
- ~ виконання індивідуального завдання (одна розрахункова робота).
- ~ виконання комп'ютерного практикуму (три розрахункові роботи)
- ~ складання екзамену

Критерії нарахування балів:

- 1) Кожна контрольна робота (КР-1, КР-2) оцінюється у 10 балів.
- 2) Розрахункова робота (РР) оцінюється у 20 балів.
- 3) Комп'ютерний практикум (КП) оцінюється у 10 балів.
- 4) Екзамен оцінюється у 30 балів.

За кожний тиждень запізнення з поданням розрахункової роботи на перевірку нараховується штрафний –1 бал. Лектор може зарахувати не більше 10 додаткових балів студентам за активну роботу на заняттях, призове місце на студенській олімпіаді з математики тощо.

Критерії нарахування балів за контрольні заходи:

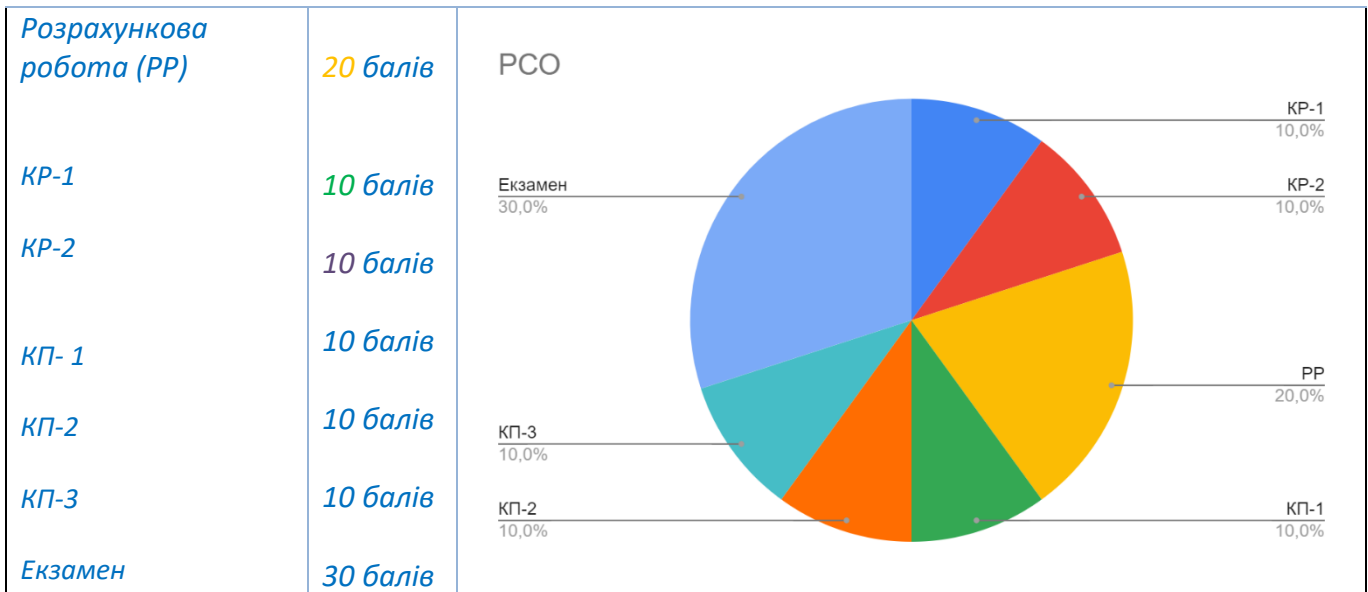
- ~ “відмінно”: 95 -100% - здобувач виявив всебічні, систематичні та глибокі знання навчального матеріалу з дисципліни; продемонстрував уміння вільно виконувати всі завдання, передбачені програмою; засвоїв основну та додаткову літературу; проявив творчі здібності в розумінні, в логічному, чіткому, стислому та ясному трактуванні навчального матеріалу; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності
- ~ “дуже добре”: 85-94% - здобувач виявив систематичні знання навчального матеріалу з дисципліни вище середнього рівня; продемонстрував уміння добре виконувати всі завдання, передбачені програмою, допустивши незначні помилки; засвоїв основну та додаткову літературу; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності
- ~ “добре”: 75-84% - здобувач виявив загалом добрі знання навчального матеріалу при виконанні передбачених програмою завдань, але припустив ряд помітних помилок; засвоїв основну літературу; показав систематичний характер знань з дисципліни; здатний до їх самостійного використання та поповнення в процесі подальшої навчальної роботи і професійної діяльності
- ~ “задовільно”: 65-74% - здобувач виявив знання основного навчального матеріалу з дисципліни в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої професійної діяльності; ознайомився з основною літературою; впорався з виконанням завдань, передбачених програмою, але припустив значну кількість помилок або недоліків на запитання при співбесіді, тестуванні та при виконанні завдань тощо, принципів з яких може усунути самостійно
- ~ “достатньо”: 60-64% - здобувач виявив знання основного навчального матеріалу з дисципліни в мінімальному обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої професійної діяльності; ; ознайомився з основною літературою; в основному виконав завдання, передбачені програмою, але припустив помилки у відповіді на запитання при співбесідах, тестуванні та при виконанні завдань тощо, які він може усунути лише під керівництвом та за допомогою викладача
- ~ “незадовільно”: 30-54% - здобувач мав значні прогалини в знаннях основного навчального матеріалу; допускав принципові помилки при виконанні передбачених програмою завдань,

але спроможній самостійно допрацювати програмний матеріал і підготуватися для перездачі дисципліни

~“незадовільно”: 0-29% - здобувач не мав знань зі значної частини навчального матеріалу з дисципліни; допускав принципові помилки при виконанні більшості передбачених програмою завдань або не виконував ці завдання

Умовою першої атестації є поточний рейтинг не менше 50% запланованих балів. Умова другої атестації ~ поточний рейтинг не менше 60% запланованих балів та зарахування РР.

Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.



Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Бали: МКР + РР + КП + Екзамен	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
РР не зараховано або менше 30	Не допущено

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

Теоретичні питання:

1. Джерела геопросторових даних: супутникові знімки, векторні дані, їхні типи та особливості.
2. Місії супутникових програм і використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для задач штучного інтелекту.
3. Обробка растрових геопросторових даних для навчання моделей ШІ: роздільна здатність, просторовий масштаб, попередня обробка.
4. Векторні геопросторові дані: перетворення з растрів, наповнення атрибутивною інформацією для моделей ШІ.
5. Статистичний аналіз геопросторових даних: зональна та фокальна статистика, робота з атрибутивними даними супутникових знімків.
6. Підготовка даних для моделей ШІ: вирізання даних ДЗЗ по контурам зон дослідження, накладання векторних масок на растрові дані.
7. Методи оверлейного аналізу геопросторових даних: алгебра карт, калькулятор растрів для створення вхідних компонентів моделей.

8. *Обробка супутникових знімків у видимому діапазоні: спектральні канали, комбінування, індекси для характеристики поверхні Землі.*
9. *Обробка радарних знімків для задач ШІ: роздільна здатність, частота оновлення, комбінування спектральних каналів.*
10. *Інтеграція супутникових знімків у видимому діапазоні та радарних даних для багатоканального аналізу.*
11. *Створення тематичних векторних шарів (водний покрив, рослинність, гола поверхня) на основі аналізу супутникових знімків.*
12. *Системи координат у географічних інформаційних системах (ГІС) та їх роль у задачах машинного навчання.*
13. *ГІС як середовище для інтеграції та обробки геопросторових даних для моделей ШІ.*
14. *Види ГІС: комерційні та відкриті платформи, переваги та недоліки використання для задач ШІ.*
15. *Методи створення геопросторових моделей у середовищі ГІС: різновиди моделей, їх застосування у ШІ.*
16. *Глибоке машинне навчання у ГІС: алгоритми, що використовуються для обробки даних ДЗЗ.*
17. *Природні явища та процеси: фактори формування, моделювання з використанням методів ШІ.*
18. *Антропогенні явища та процеси: аналіз загроз та моделювання з використанням алгоритмів ШІ.*
19. *Методи збору та інтеграції даних для задач геопросторового аналізу та ШІ.*
20. *Інтеграція різних типів даних (геопросторових, текстових, атрибутивних) для навчання моделей ШІ.*
21. *Використання онлайн платформ для аналізу та обробки геопросторових даних із застосуванням ШІ.*
22. *Платформи для обчислення великих обсягів даних ДЗЗ з використанням алгоритмів ШІ.*
23. *Моделювання динаміки змін рівнів водної поверхні на основі геопросторових даних із застосуванням ШІ.*
24. *Моделювання ерозійних процесів та інших природних явищ за допомогою глибокого навчання.*
25. *Ідентифікація змін типів наземного покриття засобами ШІ та аналіз часових рядів.*
26. *Створення та автоматизація геопросторових моделей динаміки компонентів природних та антропогенних середовищ.*
27. *Моделювання природних та антропогенних загроз з використанням методів глибокого навчання.*
28. *Публікація та візуалізація геопросторових моделей у веб-середовищі для широкого загалу.*
29. *Редагування та оптимізація моделей геопросторових даних із використанням десктопних і онлайн інструментів.*
30. *Валідація та оцінка якості моделей природних та антропогенних явищ, що побудовані засобами ШІ.*

## **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** Гапон Сергій Вікторович

**Ухвалено** кафедрою штучного інтелекту (протокол № 14 від "11" червня 2024 р.)

**Погоджено** Методичною комісією ННІПСА (протокол № 10 від "24" червня 2024 р.)