



Геопросторовий інтелект

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (доктор філософії)</i>
Галузь знань	<i>11 Математика та статистика</i>
Спеціальність	<i>113 Прикладна математика</i>
Освітня програма	<i>Прикладна математика</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 семестр / весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредитів / 180 годин, лекції – 10, практичні – 8, 162 - СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>http://ipt.kpi.ua/navchalnij-protses</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доктор технічних наук, професор Куссуль Н.М., nataliia.kussul@iit.kpi.ua Практичні (комп. практикум):</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна "Геопросторовий інтелект" присвячена вивченню методів, моделей, сучасних засобів аналізу геопросторових даних та основних понять і принципів побудови систем на основі геопросторового інтелекту, отриманню навичок реалізації методів Data Science на основі великих геопросторових даних.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:

- розуміння області застосування геопросторової інформації;
- володіння практичними навичками використання засобів роботи з геопросторовою інформацією та розв'язання сучасних задач на основі даних великого об'єму та геопросторового інтелекту.

За результатами навчання студент в межах курсу буде **знати**:

- джерела отримання геопросторових даних;
- методи аналізу та попередньої обробки геопросторових даних;
- інтелектуальні методи обробки багатовимірних даних різної природи;
- методи гармонізації геопросторових даних та геопросторового інтелекту;

За результатами навчання студент в межах курсу буде **уміти**:

- Здійснювати пошук та отримання геопросторових даних;
- використовувати методи геопросторового інтелекту для розв'язання прикладних задач на основі великих геопросторових даних, в тому числі у хмарному середовищі.

Силабус навчальної дисципліни «Геопросторовий інтелект» розроблено на основі гнучкого підходу до формування навчальних завдань та видів діяльності, які потрібні здобувачам для досягнення запланованих результатів навчання з подальшим проектуванням отриманого досвіду таким чином, щоб максимально підвищити ефективність навчання студентів в подальшому.

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

Для вивчення дисципліни «Геопросторовий інтелект» студент має бути знайомий з класичними алгоритмами лінійної алгебри та роботи з масивами даних (сортування, конкатенація, пошук елементів, обчислення статистики елементів масиву); знати основні інструменти програмного забезпечення для обробки даних, основи Python; використовувати теорію математичної статистики та теорії ймовірності для розв'язання математичних задач.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Вступ до аналізу геопросторових даних великого об'єму

Тема 1.1 Предмет і завдання дисципліни. Прикладні задачі, які можна розв'язувати на основі геопросторових даних та геопросторового інтелекту

Тема 1.2 Формати геопросторових даних, їх представлення та збереження

Розділ 2. Сучасні інформаційні технології та програмне забезпечення для обробки геопросторових даних

Тема 2.1 Програмне забезпечення для обробки геопросторових даних

Тема 2.2 Основні бібліотеки для обробки геопросторових даних

Розділ 3. Основні методи обробки та аналізу геопросторових даних

Тема 3.1 Методи попередньої обробки

Тема 3.2 Методи виявлення та усунення артефактів в геопросторових даних

Тема 3.3 Інтелектуальні методи регресійного аналізу та прогнозування на основі багатовимірних даних різної природи

Розділ 4. Підрахунок вегетаційних індексів на основі геопросторових даних та їх представлення

Тема 4.1 Загальні поняття вегетаційних індексів. Методи підрахунку та аналізу

Тема 4.2 Основні види вегетаційних індексів за геопросторових даних та їх призначення

Тема 4.3 Тематичні задачі із використанням вегетаційних індексів, задачі геопросторового інтелекту.

Рекомендований перелік комп'ютерних практикумів

Комп'ютерний практикум № 1	Аналіз та прогнозування на основі геопросторових даних
Комп'ютерний практикум № 2	Використання вегетаційних індексів для розв'язання тематичних задач та задач геопросторового інтелекту

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Шелестов А. Ю. Методи глибинного навчання для геопросторового аналізу та задач спостереження Землі / Шелестов А. Ю., Лавренюк М. С., Яйлимов Б. Я., Ткаченко О. М. // К.: "Наукова думка" – 2019. – 228 с.
2. Kussul, N., Lavreniuk, M., Skakun, S., & Shelestov, A. (2017). Deep learning classification of land cover and crop types using remote sensing data. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 14(5), 778-782.
3. M. Lavreniuk, L. Shumilo, B. Yailymov & N. Kussul Reviewing Deep Learning Methods in the Applied Problems of Economic Monitoring Based on Geospatial Data. In: *Cybern Syst Anal* 58, 1008–1020 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10559-023-00535-9>.
4. Куссуль Н.М., Скакун С.В., Шелестов А.Ю. Аналіз ризиків надзвичайних ситуацій на основі супутникових даних. Моделі і технології. К.: "Наукова думка" – 2014. – 184 с.
5. A. Shelestov, M. Lavreniuk, V. Vasiliev et al. Cloud Approach to Automated Crop Classification Using Sentinel-1 Imagery. *IEEE Transactions on Big Data* – 2020. – Vol. 6, No. 3. – 572-582 pp.

Додаткова література

1. John A. Richards. *RemoteSensing Digital Image Analysis. An Introduction*. Springer, 2013, 494 p.
2. Goodfellow, Ian, et al. *Deep learning*. Vol. 1. No. 2. Cambridge: MIT press, 2016.
3. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). *Deep learning*. *nature*, 521(7553), 436-444.

4. What Is Geospatial Intelligence? — електронний ресурс (<https://www.spatineo.com/what-is-geospatial-intelligence/>).
5. Baghdadi, N., Mallet, C., & Zribi, M. (2018). QGIS and Generic Tools. John Wiley & Sons.
6. Wegmann, M., Leutner, B., & Dech, S. (Eds.). (2016). Remote sensing and GIS for ecologists: using open source software. Pelagic Publishing Ltd.
7. Evangelos Gerasopoulos, Jennifer Bailey et al. Earth observation: An integral part of a smart and sustainable city. In: Environmental Science & Policy, 132, pp. 296-307. DOI: 10.1016/j.envsci.2022.02.033.
8. Sebastian Raschka. Python Machine Learning. Third Edition. [Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2](#).

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Загальна структура курсу

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	лаб.	Практ (Комп. пр.)	СР С
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Вступ до аналізу геопросторових даних великого об'єму	34	2		2	30
Тема 1.1 Предмет і завдання дисципліни. Прикладні задачі, які можна розв'язувати на основі геопросторових даних та геопросторового інтелекту					
Тема 1.2 Формати геопросторових даних, їх представлення та збереження					
Розділ 2. Сучасні інформаційні технології та програмне забезпечення для обробки геопросторових даних	44	2		2	40
Тема 2.1 Програмне забезпечення для обробки геопросторових даних					
Тема 2.2 Основні бібліотеки для обробки геопросторових даних					
Розділ 3. Основні методи обробки та аналізу геопросторових даних	52	4		2	46
Тема 3.1 Методи попередньої обробки					
Тема 3.2 Методи виявлення та усунення артефактів в геопросторових даних					
Тема 3.3 Інтелектуальні методи регресійного аналізу та прогнозування на основі багатовимірних даних різної природи					
Розділ 4. Обчислення вегетаційних індексів на основі геопросторових даних та їх представлення	50	2		2	46
Тема 4.1 Загальні поняття вегетаційних індексів. Методи підрахунку та аналізу					
Тема 4.2 Основні види вегетаційних індексів за геопросторових даних та їх призначення					
Тема 4.3 Тематичні задачі із використанням вегетаційних індексів, задачі геопросторового інтелекту					
Всього годин	180	10		8	162

Лекційні заняття

Назва теми лекції та перелік основних питань	Кількість годин
Лекція 1. Вступ до аналізу геопросторових даних великого об'єму Література: 1, 2, 3, 4, 5.	2
Лекція 2. Сучасні інформаційні технології та програмне забезпечення для обробки геопросторових даних Література: 1, 2, 3, 4, 5.	2
Лекція 3. Основні методи обробки та аналізу геопросторових даних Література: 1, 2, 3, 4, 5.	2
Лекція 4. Обчислення вегетаційних індексів на основі геопросторових даних та їх представлення Література: 1, 2, 3, 4, 5.	2
Лекція 5. Сучасні задачі геопросторового інтелекту Література: 1, 2, 3, 4, 5.	2
Всього годин	10

Практичні заняття (комп'ютерний практикум)

Основні завдання циклу комп'ютерних практикумів присвячені закріпленню знань, отриманих на лекційних заняттях та практичному оволодінню методами інтелектуальних обчислень.

№ з/п	Назва практикуму (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1	Аналіз та прогнозування на основі геопросторових даних	4
2	Використання вегетаційних індексів для розв'язання тематичних задач та задач геопросторового інтелекту	4
	Всього	8

Самостійна робота

№ з/п	Назва розділу, теми (окремого питання), що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Джерела геопросторових даних та їх завантаження	20
2	Сучасні формати геопросторових даних: img, tiff, hdf, netcdf, .shp, geojson	8
3	QGIS, SNAP, NextGIS та інші програмні засоби для роботи з геопросторовими даними	20
4	ArcGIS, ENVI, ERDAS та інші програмні засоби для роботи з геопросторовими даними	20
5	Використання бібліотеки Gdal в обробці геопросторових даних	14
6	Методи фільтрації геопросторових даних	20
7	Створення мозаїки на основі геопросторових даних	10
8	Задачі регресійного аналізу. Алгоритм регресійного аналізу для геопросторових даних	10
9	Застосування вегетаційних індексів при визначенні стану сільськогосподарських культур	20
10	Веgetаційні індекси NDVI, EVI, GNDVI, CVI	10
11	Побудова карт земного покриття на основі геопросторових даних	10
12	WMS, WCS – стандарти для обміну інформацією	
	Всього	162

Індивідуальні завдання

Виконання індивідуальних семестрових завдань не передбачено

6. Самостійна робота студента/аспіранта

До СРС відносяться такі види робіт: вивчення теоретичного та додаткового матеріалу, виконання практичних завдань. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання наведені у Положенні про рейтингову систему оцінювання з даного ОК.

Студент може бути допущений до екзамену за умови здачі комп'ютерних практикумів.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Заохочувальні бали

Заохочувальні бали	
Критерій	Ваговий бал
Участь у семінарах/хакатонах за профілем спеціальності, вдосконалення методичних матеріалів з дисципліни	1-10 балів
Презентації за окремими питаннями	До 10 балів
Додаткові практичні завдання	до 5 балів

Відвідування занять

Відвідування лекцій та комп'ютерних практикумів, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак аспірантам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для успішного проходження дисципліни. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути його практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи

Пропущений екзамен не зараховується; у такому випадку аспірант отримує запис у відомості «не з'явився» та повинен скласти екзамен на додатковій сесії.

Календарний рубіжний контроль

Календарний контроль проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації. Бал, необхідний для отримання позитивного календарного контролю доноситься до студентів викладачем не пізніше ніж за 2 тижні до початку календарного контролю.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Аспіранти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів, та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Аспіранти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Дистанційне навчання (необов'язковий пункт)

Дистанційне навчання шляхом проходження додаткових онлайн-курсів за певною тематикою допускається за умови попереднього погодження з викладачем. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти онлайн-курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за

допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні.

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна «Геопросторовий інтелект» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім студентів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

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

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що отримуються за 2 комп'ютерні практикуми.

Семестровим контролем є **екзамен**.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

1. Виконання та захист комп'ютерних практикумів 1-2:

- повне виконання 15;
- неповне або часткове виконання, неповна відповідь при захисті (не принципові помилки, неточності) 11...14;
- неповне виконання, неповна відповідь при захисті (принципові помилки) 7...10;
- незадовільне виконання 0...6.

2. Результати обговорення напрямку, обраного для самостійного опрацювання – до 30 балів.

3. Заохочувальні бали:

- виконання додаткового практичного завдання 1...5 бали;
- участь в олімпіадах з програмування, модернізація методичних матеріалів з дисципліни до 10 заохочувальних балів.
- презентації за окремими питаннями до 5 балів

Розрахунок шкали рейтингу:

$$R = 15 \times 2 + 30 + 40 = 100 \text{ балів}$$

Рейтингова шкала оцінювання аспіранта:

Рейтингові бали	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
25...59	Незадовільно
менше 25	Не допущений

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Аспірантам, що мають сертифікат відповідного курсу Coursera, або сертифікат учасника міжнародної школи з аналізу даних, що проводиться за участю кафедри ММАД, автоматично зараховуються рейтингові бали (30 рейтингових балів).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено д.т.н., проф., Куссуль Н.М.

Ухвалено кафедрою математичного моделювання та аналізу даних НН ФТІ (протокол № 24 від 25.01.2023р.).

Погоджено Методичною комісією НН ФТІ (протокол № 2 від 26.01.2023).