

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет геологічний
Кафедра геології корисних копалин і геофізики

Затверджено
на засіданні кафедри геології
корисних копалин і геофізики
геологічного факультету
Львівського національного
університету імені Івана Франка
(протокол № 2 від 30.08. 2023 р.)

Завідувач кафедри



О. Гайовський

Силабус із навчальної дисципліни
«Статистичний аналіз характеристик природного середовища»,
що викладається в межах ОПП
Геологія. Комп'ютерні технології в науках про Землю»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності
103 Науки про Землю

Львів 2023 р.

Назва курсу	Статистичний аналіз характеристик природного середовища
Адреса викладання курсу	Львівський національний університет імені Івана Франка, геологічний факультет, кафедра геології корисних копалин і геофізики, м. Львів, вул. Грушевського 4, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Геологічний факультет, кафедра геології корисних копалин і геофізики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	10 Природничі науки 103 Науки про Землю
Викладачі курсу	<i>Хом'як Микола Миколайович</i> , канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри геології корисних копалин і геофізики <i>Дацюк Юрій Ростиславович</i> – асистент кафедри геології корисних копалин і геофізики
Контактна інформація викладачів	Микола Хом'як < mykola.khomyak@lnu.edu.ua > вул. Грушевського 4; кімната 125 yuriy.datsyuk@lnu.edu.ua https://geology.lnu.edu.ua/employee/datsyuk-yurij-rostyslavovych вул. Грушевського, 4, кімната 131 або комп'ютерний клас геологічного факультету кімната 129
Консультації з питань навчання по курсу відбуваються	Консультавання викладач здійснює згідно затвердженого графіку або за попередньою домовленістю. Можливі онлайн консультації через Teams, електронну пошту або інші ресурси.
Інформація про курс	Дисципліна «Статистичний аналіз характеристик природного середовища» є вибірковою навчальною дисципліною з циклу професійної і практичної підготовки зі спеціальності 103 «Науки про Землю», котра викладається у 6 семестрі обсягом 3,5 кредити (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS)
Коротка анотація курсу	Предметом навчальної дисципліни є статистичний аналіз великих інформаційних масивів, що притаманні науковим дослідженням (лабораторні та польові вимірювання, моніторингові спостереження тощо), аналіз кореляційних зв'язків та виявлення особливостей зміни даних у просторі та часі стосовно теоретичних і практичних задач геологічної науки. Лекційний курс включає вивчення основ теорії ймовірності і математичної статистики та методів дослідження стосовно задач опрацювання геологічної інформації, а лабораторні заняття служать оволодінню практичними методами статистичного аналізу з використанням комп'ютерної техніки.
Мета та цілі курсу	Мета навчальної дисципліни — викласти студентам теоретичні основи та математичної статистики, прикладних методів статистики, сформулювати класи задач, що розв'язуються даними методами та їхню специфіку, а також забезпечити практичне оволодіння навиками обробки статистичного матеріалу з допомогою сучасної комп'ютерної техніки. До завдань навчальної дисципліни належить <ul style="list-style-type: none"> ▪ підготовка інформації в числовому, електронному вигляді та її первинне опрацювання на комп'ютері; ▪ оволодіння понятійною базою теорії ймовірності і математичної статистики та їхнє застосування в науках про Землю; ▪ наукове обґрунтування та планування польових, експериментальних і лабораторних вимірювань на основі математичних методів статистичного аналізу; ▪ оцінка ймовірностей подій, знаходження базових характеристик статистичного матеріалу, знаходження довірчих інтервалів, побудова гістограм частотного розподілу,

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ перевірка гіпотез щодо порівняння характеристик двох чи більше вибірок; ▪ вирішення задач дисперсійного, кореляційного, регресійного аналізів тощо; ▪ дослідження закономірного та випадкового характеру просторового розподілу даних та їхнє відображення на картах; ▪ інтерпретація результатів статистичного аналізу даних.
Література для вивчення дисципліни	<p style="text-align: center;">Основна література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Geoinformatics for Geosciences. Advanced Geospatial Analysis using RS, GIS and Soft Computing // Nikolaos Stathopoulos, Andreas Tsatsaris, Kleomenis Kalogeropoulos. – Elsevier, 2023. – 404 p. – Режим доступу: https://shop.elsevier.com/books/geoinformatics-for-geosciences/stathopoulos/978-0-323-98983-1 2. Васильків І.М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 184 с 1. Жерновий Ю. В. Теорія ймовірностей та математична статистика. Тексти лекцій для студентів нематематичних спеціальностей.– Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 101 с 2. Донченко В. С., Сидоров М. В.-С., Шарапов М. М. Теорія ймовірностей та математична статистика: Навчальний посібник. – Київ, ВЦ Академія, 2009. – 288 с. 3. Хом'як М.М. Геостатистика. Курс лекцій. Ч.1. Базові поняття статистики. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 51 с. 4. Хом'як М.М. Геостатистика. Курс лекцій. Ч.2. Вступ до дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізу. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 47 с. <p style="text-align: center;">Додаткова література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сеньо П. С. Теорія ймовірностей та математична статистика: Підручник. – Київ, Центр навчальної літератури, 2004. – 448 с. 2. Spatial statistics for Remote Sensing. // Ed. by A. Stein, F. Meer and B.Gorte. – New York: Kluwer Academic Publishers, 2002. – 284 p.
Тривалість курсу	Один семестр
Обсяг курсу	Загальна кількість годин – 105 годин, з них 64 години аудиторних занять: 32 години лекцій, 32 годин лабораторних занять та 41 години самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>У результаті вивчення даної дисципліни студент повинний:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ знати в обсязі, достатньому для вирішення прикладних задач термінологію, основні визначення, властивості ймовірностей та правила обчислення ймовірностей, теоретичні розподіли випадкових величин, числові характеристики та можливості застосування до геологічної інформації, види та критерії статистичного оцінювання, методичні основи перевірки геологічних гіпотез шляхом статистичного доведення, типові задачі статистичного аналізу в науках про Землю; ▪ мати уявлення про наявні програмні засоби та їхню функціональність загально та проблемного призначення щодо вирішення задач статистичного аналізу інформаційних масивів; ▪ уміти визначати числові характеристики розподілу, використовувати статистичні оцінки для аналізу та порівняння геологічних об'єктів і процесів, науково обґрунтовувати та раціоналізувати збір, опрацювання статистичними методами та інтерпретацію числових результатів експерименту, застосовувати на практиці комп'ютерні програми для статистичного опрацювання геологічних даних.
Ключові слова	Статистичні методи опрацювання геологічних та геофізичних даних, перевірка гіпотез, кореляційний аналіз, регресійний і тренд-аналіз просторово-часових даних.
Формат курсу	Очний

Теми	Подано нижче у табличній формі СХЕМА КУРСУ*
Підсумковий контроль, форма	залік
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти мають мати базові знання із загальної геології, вищої математики та інформатики.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	<p><i>Форми навчання:</i> лекція, лабораторне заняття, консультація, самостійна робота</p> <p><i>Лекційна форма</i> навчання включає такі техніки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проведення лекцій з використанням ілюстративної графіки та медіа-ресурсів; - пояснення та наведення прикладів практичної діяльності; - дискусія, бесіда, презентація. <p><i>Лабораторні заняття</i> використовують інформаційно-комп'ютерний метод навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - виконання розрахункових робіт в комп'ютерному класі або самостійно; - презентація результатів з використання комп'ютерного забезпечення, обговорення; <p><i>Самостійна робота</i> передбачає техніки: самоконтроль, виконання індивідуальних завдань, особистісну мотивацію до нових знань.</p>
Необхідне обладнання	Персональний комп'ютер (ноутбук) або смартфон, програми Microsoft Office та спеціалізовані комп'ютерні програми для побудови цифрових карт (Surfer, GIS), Teams, Internet.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми контролю: лекції, лабораторні заняття, тестування, самостійні індивідуальні завдання. Розподіл балів за формами контролю такий:</p> <p>1) лекції – 32% семестрової оцінки (кількість балів 32). За кожну відвідану лекцію та активну участь в дискусії щодо теоретичних та практичних питань, які є або були темою лекцій нараховується 1 бал.</p> <p>2) лабораторні заняття – 32% семестрової оцінки (кількість балів 32). На лабораторних заняттях вивчаються програмні засоби, типові статистичні задачі, та алгоритми і методи інтерпретації отриманих результатів. За відпрацьоване лабораторне заняття нараховується 1 бал.</p> <p>3) тестування – 20% семестрової оцінки (кількість балів 20). У межах самостійної роботи студенти готують відповіді на питання та проходять тестування теоретичних знань (як правило, з використанням системи MOODLE). Кількість балів у тесті становить 20, кожна правильна відповідь оцінюється в 1 бал.</p> <p>4) самостійне індивідуальне завдання 16% семестрової оцінки (кількість балів 16). Типовим завданням є дослідження просторового тренду деякого параметру для заданої території, використання методів описової статистики, кореляційного та регресійного аналізу, геостатистики. Виконується в межах часу, виділеного для самостійної роботи студента (орієнтовно 20 годин із загального ресурсу), під керівництвом викладача. За необхідності надаються консультації. Індивідуальне завдання вважається виконаним, якщо оформлено короткий звіт (в електронній формі) про постановку задачі, мету і методи виконання, описано вхідні дані та хід роботи, отримано результати та зроблено висновки. Максимальні бали за завдання нараховуються, якщо завдання виконано правильно, отримані результати проінтерпретовані та чітко сформульовано висновки. Відсутність одного з вказаних критеріїв зменшує кількість балів на третину.</p> <p>Щоб отримати відмітку «задовільно» або вищу студенту необхідно набрати в сумі більше 51 балу.</p> <p>Академічна доброчесність: Студенти працюють самостійно, запозичення мають оформлюватися згідно з правилами цитування.</p> <p><u>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</u></p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу

Тиждень	Тема, короткі тези	Форма діяльності	К-сть год
1	Тема 1. Вступ. Організація та методи опробування природних об'єктів. Експеримент та геологічна сукупність. Статистична модель як метод дослідження мінливості даних	Лекція	2
	Програма EXCEL для організації даних.	Лабор	2
2	Тема 2. Одномірні моделі розподілу параметрів середовища Рівномірний розподіл. Нормальний та стандартний закон розподілу. Інші закони розподілу. Пряма і зворотна задача математичної статистики.	Лекція	2
	Побудова графічних моделей розподілу в електронних таблицях для заданих параметрів (середнього, та стандартного відхилення)	Лабор	2
	Робота з програмою SURFER. Заняття 1. Вступ. Робота з програмою SURFER. Заняття 2. Основи.		
3	Тема 3. Оцінка ймовірностей геологічних параметрів за експериментальною гістограмою. Класифікація та групування експериментальних даних величин. Побудова гістограм. Властивості гістограм. Інші форми представлення (пелюсткова діаграма, секторна діаграма)	Лекція	2
	Програма EXCEL побудова та оцінювання відносних частот на гістограмі або полігоні частот..	Лабор	2
4	Тема 4. Статистичні критерії оцінювання параметрів Змістовність, незміщеність та ефективність оцінок Точкові та інтервальні оцінки середнього та дисперсії	Лекція	
	Програма EXCEL: обчислення статистичних показників з допомогою функцій з категорії “статистичні функції”.	Лабор	
5	Тема 5. Двовимірні статистичні моделі розподілу Двовимірний нормальний закон розподілу. Параметри розподілу та їхнє оцінювання. Параметр парної кореляції	Лекція	2
	Обчислення середнього, дисперсії. Побудова графіків розподілів. Обчислення з їхньою допомогою ймовірностей та критичних значень.	Лабор	2
6	Тема 6. Тестування гіпотез про параметри середовища. Поняття про статистичне доведення Етапи статистичного доведення Похибки першого й другого роду Параметричні й непараметричні критерії	Лекція	2
	Знаходження точкових оцінок параметрів та довірчих інтервалів. Мінімально необхідна кількість даних для заданої відносної точності оцінювання		
7	Тема 7. Тестування гіпотез про узгодженість розподілів. Критерій погодженості χ^2 -квадрат Узгодженість експериментальних даних з нормальним законом розподілу. Моделювання багатомодальних розподілів.	Лекція	2
	Критерій погодженості. Перевірка гіпотез про закон розподілу. Критерій χ^2 -квадрат. Користування таблицями та функціями електронних таблиць.	Лабор	2

8	Тема 8. Перевірка гіпотез про рівність двох математичних сподівань та дисперсій. Критерії Велча й Вілкоксона Критерії Фішера й Сіджела – Тьюкі. Деякі типові задачі на застосування критерію Фішера	Лекція	2
	Розв'язування задач на порівняння геологічних об'єктів за їх середнім та дисперсією.	Лабор	2
9	Тема 9. Дисперсійний аналіз та оцінювання параметрів моделі Головні ідеї дисперсійного аналізу. Однофакторний дисперсійний аналіз ANOVA. Схема обчислень для однофакторного дисперсійного аналізу. Двофакторний дисперсійний аналіз. Схема обчислень для двофакторного дисперсійного аналізу	Лекція	2
	Знайомство з процедурою дисперсійного аналізу. Інтерпретація результатів.	Лабор	2
10	Тема 10. Кореляційний аналіз . Задачі кореляційного аналізу Парна кореляція Властивості коефіцієнта кореляції Вибірковий коефіцієнт кореляції Кореляційне поле Перевірка гіпотези про значущість коефіцієнта кореляції Кореляційна матриця	Лекція	2
	Обчислення коефіцієнта кореляції. Побудова кореляційного поля для двох геологічних характеристик об'єкта. Обчислення коефіцієнта кореляції в електронних таблицях. Перевірка гіпотези про значимість. Кореляційна матриця та її інтерпретація.	Лабор	2
11	Тема 11. Лінійна регресійна модель. Оцінка параметрів моделі. Рівняння прямої регресії Двовимірний нормальний закон розподілу та геометрична інтерпретація прямої регресії Інтервал довіри для параметрів моделі.	Лекція	
	Побудова лінійної регресії. Використання вбудованих можливостей електронних таблиць. Оцінка якості лінійної моделі за загальною та залишковою дисперсією.	Лабор	2
12	Тема 12. Нелінійна регресія. Метод найменших квадратів. Квадратична регресія. Нелінійні рівняння регресії. Оцінка якості апроксимації. Використання ANOVA для перевірки значущості параметрів.	Лекція	
	Побудова регресійної моделі. Вивчення процедури ANOVA.	Лабор	2
13	Тема 13. Непараметрична та рангова кореляція Кореляція дихотомічних (якісних) ознак Перевірка гіпотези про значущість вибіркового коефіцієнта кореляції дихотомічних даних Кореляція порядкових геологічних даних Ранговий коефіцієнт кореляції Спірмена Перевірка гіпотези про значущість коефіцієнта кореляції Спірмена Оцінка коефіцієнта кореляції методом “дробового пострілу”	Лекція	
	Розв'язування задач на визначення кореляції непараметричними методами.	Лабор	2

14	Тема 14. Нелінійна кореляція. Кореляційне співвідношення як універсальна міра взаємозв'язку Властивості кореляційного відношення Перевірка гіпотези про значущість кореляційного відношення Гіпотеза про правомірність застосування лінійної моделі	Лекція	2
	Непараметрична та нелінійна кореляція. Гіпотеза про правомірність застосування лінійної моделі. Побудова нелінійної регресії. Використання електронних таблиць та інших програм. Оцінка якості моделі за аналізом дисперсії залишків	Лабор	2
15	Тема 15. Аналіз параметрів просторово-розподілених даних Фон, аномалії та поверхня тренду. Білінійна просторова апроксимація.	Лекція	2
	Підготовка даних та виконання тренд-аналізу в програмі SURFER. Обчислення фонові складові та залишків вимірних значень (побудова білінійної тренд поверхні).	Лабор	2
16	Тема 16. Огляд статистичних методів для прикладних задач аналізу статистичних параметрів багатовимірних даних. Огляд методів дискримінантного, кластерного та факторного аналізу. Важливість етапу інтерпретації результатів, їхньої верифікації та валідації	Лекція	2
	Робота з прикладними пакетами аналізу даних та інтернет ресурсами..	Лабор	2