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

«Математична статистика та обробка геофізичної інформації»,

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	**Математична статистика та обробка геофізичної інформації**
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	***Хом'як Микола Миколайович***, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри геології корисних копалин і геофізики ***Дацюк Юрій Ростиславович*** – 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	Консультування викладач здійснює згідно затвердженого графіку або за попередньою домовленістю. Можливі онлайн консультації через Teams, електронну пошту або інші ресурси.
Інформація про курс	Дисципліна «Математична статистика та обробка геофізичної інформації» 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 геофізичним 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 геостатистики, сформулювати класи геофізичних 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 ▪ •підготовка геофізичної 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,

	▪ 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 для конкретних геофізичних, даних.
Література для вивчення дисципліни	**Основна література:** 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. Statistical Methods of Geophysical Data Processing // V. Troyan, Y. Kiselev. – Singapore: World Scientific, 2010.– 436 p. 3. Жерновий Ю. В. Теорія ймовірностей та математична статистика. Тексти лекцій для студентів нематематичних спеціальностей.– Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 101 с 4. Донченко В. С., Сидоров М. В.-С., Шарапов М. М. Теорія ймовірностей та математична статистика: Навчальний посібник. – Київ, ВЦ Академія, 2009. – 288 с. 5. Хом'як М.М. Геостатистика. Курс лекцій. Ч.1. Базові поняття статистики. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 51 с. 6. 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. **Додаткова література:** 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. 3. Bluman A.G. McGRAW-HILL Probability demistified. – McGraw-Hill, 2005. – 257 p. (англійською). 4. Sheskin D.J. Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures. – Chapman & Hall/CRC, 2000. – 519 p. (англійською).
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	У результаті вивчення даної дисципліни студент повинний: ▪ **знати** основи математичної статистики та прикладні методи геостатистики, основні типи задач опрацювання геофізичних даних статистичними методами; ▪ **мати уявлення** про наявні програмні засоби та їхню функціональність загально та проблемно-орієнтованого призначення щодо вирішення задач статистичного аналізу геофізичної інформації; ▪ **уміти** підготовлювати геофізичну інформацію в електронному вигляді для її опрацювання на комп'ютері, визначати описові характеристики статистичного матеріалу, формулювати та перевіряти гіпотези щодо кількісних показників; застосовувати комп'ютерну техніку для вирішення типових задач та інтерпретувати результати статистичного аналізу.
Ключові слова	Математична статистика, опрацювання цифрових даних, статистична перевірка гіпотез, кореляційний аналіз, регресійний і тренд-аналіз.
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 використо-вуватися під час викладання курсу	*Форми навчання*: лекція, лабораторне заняття, консультація, самостійна робота *Лекційна форма* навчання включає такі техніки: - проведення лекцій з використанням ілюстративної графіки та медіа-ресурсів; - пояснення та наведення прикладів практичної діяльності; - дискусія, бесіда, презентація. *Лабораторні заняття* використовують інформаційно-комп'ютерний метод навчання: - виконання розрахункових робіт в комп'ютерному класі або самостійно; - презентація результатів з використання комп'ютерного забезпечення, обговорення; *Самостійна робота* передбачає техніки: самоконтроль, виконання індивідуальних завдань, особистісну мотивацію до нових знань.
Необхідне обладнання	Персональний комп'ютер (ноутбук) або смартфон, програми Microsoft Office та спеціалізовані комп'ютерні програми для побудови цифрових карт (Surfer),Teams, Internet.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми контролю: лекції, лабораторні заняття, тестування, самостійні індивідуальні завдання. Розподіл балів за формами контролю такий: 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. 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. 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. 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. Щоб отримати відмітку «задовільно» або вищу студенту необхідно набрати в сумі більше 51 балу. **Академічна доброчесність**: Студенти працюють самостійно, запозичення мають оформлюватися згідно з правилами цитування. **Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.**
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу

СХЕМА КУРСУ*

Тиждень	Тема, короткі тези	Форма діяльності	К-сть

			год
1	**Тема 1. Вступ.** Джерела та підготовка геофізичної інформації. Поняття про статистичну змінну, генеральну сукупність і вибірку-експеримент. Загальна схема розв'язування геологічних задач.	Лекція	2
	Робота з програмою SURFER. Заняття 1. Вступ.	Лабор	2
2	**Тема 2. Випадковість та ймовірність в геофізичних дослідженнях** Головні властивості ймовірностей. Приклад обчислення ймовірностей за допомогою частотного відношення. Формула ймовірності для повної системи подій. Формули Байєса.	Лекція	2
	Робота з програмою SURFER. Заняття 2. Основи.	Лабор	2
3	**Тема 3. Експериментальні гістограми й теоретичні функції одномірного розподілу статистичної змінної.** Форми відображення кількісної інформації. Класифікація випадкових величин. Побудова гістограм. Властивості функції розподілу. Пряма і зворотна задача математичної статистики.	Лекція	2
	Програма EXCEL та статистичний аналіз даних.	Лабор	2
	Тема 4. Характеристики статистичного матеріалу Групи характеристик випадкових величин: Характеристики центральної тенденції. Характеристики розсіяння. Коефіцієнти асиметрії та ексцесу.		
	Програма EXCEL: обчислення статистичних показників з допомогою функцій з категорії "статистичні функції".		
4	**Тема 5. Головні закони розподілу статистичних даних, що використовуються в геофізиці.** Дискретні і неперервні розподіли. Рівномірний розподіл. Нормальний закон розподілу Логарифмічно нормальний (логнормальний) розподіл Інші закони розподілу Службові розподілиі знаходження критичних квантилів розподілів	Лекція	2
	Програма EXCEL: Побудова графіків розподілів. Обчислення з їхньою допомогою ймовірностей та критичних значень.	Лабор	2
5	**Тема 6. Теорія оцінювання** Критерії оцінювання Точкові оцінки для математичного сподівання, дисперсії, асиметрії та ексцесу Інтервальна оцінка для математичного сподівання Мінімально необхідна кількість вимірювань для оцінювання математичного сподівання із заданою точністю Інтервальна оцінка для дисперсії Дисперсія асиметрії та ексцесу й перевірка гіпотези про нормальний розподіл	Лекція	2
	Обчислення характеристик випадкових величин в MS Excel Обчислення середнього, дисперсії, ексцесу, коефіцієнту асиметрії та інших з допомогою програмування формул в електронних таблицях "вручну". Робота із статистичними функціями електронних таблиць.		
6	**Тема 7. Дослідження геофізичних гіпотез.** Поняття про статистичне доведення Етапи статистичного доведення Похибки першого й другого	Лекція	2

	роду Параметричні й непараметричні критерії		
	Програма EXCEL: Знаходження точкових оцінок та довірчих інтрвалів для геофізичних параметрів . Задача на знаходження мінімально необхідної кількості експериментів для заданої точності	Лабор	2
7	**Тема 8. Порівняння двох розподілів чи гістограм. Порівняння параметрів середнього значення та дисперсії геофізичних об'єктів.** Критерій погодженості хі-квадрат Узгодженість експериментальних даних з нормальним законом розподілу Критерії Велча й Вілкоксона Критерії Фішера й Сіджела – Тьюкі. Деякі типові задачі на застосування критерію Фішера	Лекція	2
	Критерій погодженості. Перевірка гіпотез про закон розподілу. Критерій хі-квадрат. Користування таблицями та функціями електронних таблиць. Визначення міри погодженості геофізичних параметрів нормальному й логнормальному законам розподілу.	Лабор	2
9	**Тема 9. Основи дисперсійного аналізу** Головні ідеї дисперсійного аналізу. Однофакторний дисперсійний аналіз ANOVA. Схема обчислень для однофакторного дисперсійного аналізу. Двофакторний дисперсійний аналіз. Схема обчислень для двофакторного дисперсійного аналізу з рівномірною кількістю повторень.	Лекція	2
	Розв'язування задач на порівняння геологічних об'єктів за їх середнім та дисперсією. Порівняння середніх двох вибірок за критерієм Велча. Перевірка гіпотези про рівність дисперсій двох вибірок. 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. Непараметрична 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	
	Розвязування задач на визначення кореляції непараметричними методамию	Лабор	2
12	**Тема 12. Лінійна регресія. Метод найменших**	Лекція	2

	квадратів. Рівняння прямої регресії Двовимірний нормальний закон розподілу та геометрична інтерпретація прямої регресії Інтервал довіри для умовного середнього Метод найменших квадратів для визначення параметрів рівняння регресії Нелінійні рівняння регресії. Оцінка якості апроксимації.		
	Побудова лінійної регресії. Використання вбудованих можливостей електронних таблиць. Оцінка якості лінійної моделі за загальною та залишковою дисперсією.	Лабор	2
13	**Тема 13. Нелінійна кореляція та регресія.** 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
14	**Тема 14. Вступ до аналізу тренду просторових даних** Фон, аномалії та поверхня тренду. Білінійна просторова апроксимація. Експрес-методи оцінки наявності тренду:	Лекція	2
	Підготовка даних та виконання тренд-аналізу в програмі SURFER. Обчислення фонової складової та залишків виміряних значень (побудова білінійної тренд поверхні).	Лабор	2
15	**Тема 15. Нестатистичні методи аналізу геофізичних даних.** Метод ковзного вікна для часових та просторових даних Методи аналізу сигналів. Відомості про перетворення Фур'є та спектр.	Лекція	2
	Згладжування даних у програмі Excel.	Лабор	2
16	**Тема 16. Прикладні задачі аналізу багатовимірних даних.** Основи факторний аналізу та інтерпретація його результатів. Основи використання прикладного програмного забезпечення.	Лекція	2
	Виконання факторного аналізу та інтерпретація результатів. Факторні навантаження та факторні мітки на графіках та їхня інтерпретація.	Лабор	2