

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

Затверджено
на засіданні кафедри геології
корисних копалин і геофізики
геологічного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 31. 08. 2020 р.)

В.о. завідувача кафедри
доц. Ціхонь С.І. _____

Силабус з навчальної дисципліни
«Математична статистика та обробка геологічної інформації»,
що викладається в межах ОПІ першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності «Науки про
Землю»

Львів 2020 р.

Назва дисципліни	Математична статистика та обробка геологічної інформації
Адреса викладання дисципліни	Львівський національний університет імені Івана Франка вул. Грушевського, 4
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Геологічний факультет Кафедра геології корисних копалин і геофізики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань: 10 Природничі науки Спеціальність: 103 Науки про Землю
Викладачі дисципліни	Хом'як Микола Миколайович, канд. фіз.-мат. наук, доцент
Контактна інформація викладачів	Микола Хом'як < mykola.khomyak@lnu.edu.ua > вул. Грушевського 4; кімн. 124
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультавання слухачів викладач здійснює згідно затвердженого графіку або за попередньою домовленістю
Інформація про дисципліну	Предметом навчальної дисципліни є статистичний аналіз великих інформаційних масивів, що притаманні геологічним 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.
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна "Математична статистика та обробка геологічної інформації" належить до циклу природничо-наукової підготовки і служить формуванню методологічних основ наукових досліджень шляхом опрацювання різномірної геологічної інформації з використанням методів теорії ймовірності, математичної статистики, геостатистики та геоінформатики.
Мета та цілі дисципліни	Мета навчальної дисципліни — викласти студентам теоретичні основи теорії ймовірності та математичної статистики, прикладних методів геостатистики, сформулювати класи геологічних 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 геологічної 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

	<p>математичних методів статистичного аналізу;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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, геохімічних, мінералогічних та інших геоданих.
<p>Література для вивчення дисципліни</p>	<p>Основна література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Донченко В. С., Сидоров М. В.-С., Шарапов М. М. Теорія ймовірностей та математична статистика: Навчальний посібник. – Київ, ВЦ Академія, 2009. – 288 с. 2. Сеньо П. С. Теорія ймовірностей та математична статистика: Підручник. – Київ, Центр навчальної літератури, 2004. – 448 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. 5. Дэвис Дж. Статистический анализ данных в геологии / Пер. с англ.: В 2 кн. – М.: Недра, 1990. – 319+427 с. 6. Дюбрул О. Использование геостатистики для включения в геологическую модель сейсмических данных. – SEG, EAGE 2002. –296 с. 7. Каждан А.Б., Гуськов О.И. 3. Математические методы в геологии. – М.: Недра, 1990. – 251 с. 8. Справочник по математическим методам в геологии / Родионов Д.А., Коган Р.И., Голубева В.А. и др. – М.: Недра, 1987. – 335 с. <p>Додаткова література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – М.: Наука, 1983. – 416 с. 2. Жерновий Ю. В. Теорія ймовірностей та математична статистика. Тексти лекцій для студентів нематематичних спеціальностей.– Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 101 с 3. Методические рекомендации по первичной математической обработке данных при геохимических поисках месторождений / Сост. Бондаренко В.Н., Коган Р.И., Чолакян П.Г. – М.: ИМГРЭ, 1984. – 61 с. 4. Миллер Р.Л., Кан Дж. С. Статистический анализ в геологических науках / Пер. с англ. Д.А. Родионова. – М.: Мир, 1965. – 482 с. 5. Матерон Ж. Основы прикладной геостатистики / Пер. с франц. Ю.В. Рощина. – М.: Мир, 1968. – 408 с. 6. Крамбейн У., Грейбилл Ф. Статистические модели в геологии / Пер. с англ. Д.А. Родионова. – М.: Мир, 1969. – 398 с. 7. Bluman A.G. McGRAW-HILL Probability demistified. – McGraw-

	<p>Hill, 2005. – 257 p. (англійською).</p> <p>8. Dekking F.M., Kraaikamp C., Lopuhaa H.P., Meester L.E. A Modern Introduction to Probability and Statistics. Understanding Why and How. – Springer-Verlag London Limited, 2005. – 519 p. (англійською)</p> <p>Marsal D. Statistische Methoden für Erdwissenschaftler. – Stuttgart, Schweizbart'sche Verlagsbuchhaltung, 1967. – 152 S. (німецькою).</p> <p>9. Sheskin D.J. Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures. – Chapman & Hall/CRC, 2000. – 519 p. (англійською).</p>
Обсяг курсу	<p>Викладається для студентів спеціальності "103 Науки про Землю" денної форми навчання на третьому курсі навчання в VI семестрі</p> <p>Загальна кількість годин – 105 (3,5 кредити за ECTS), з яких відведено на лекції – 32 год., лабораторні заняття – 32 год. та самостійну роботу – 41 год. Закінчується іспитом.</p>
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, теореми та твердження теорії ймовірності, властивості ймовірностей та правила обчислення ймовірностей, теоретичні розподіли випадкових величин, їхні 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 геології; ▪ мати уявлення про наявні програмні засоби та їхню функціональність загально та проблемного (геологічно-орієнтованого) призначення щодо вирішення задач статистичного аналізу інформаційних масивів; ▪ уміти визначати числові характеристики розподілу, апостеріорні ймовірності попадання даних в задані інтервали, 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	<p>Математична статистика, опрацювання цифрових даних, статистична перевірка гіпотез, кореляційний аналіз, регресійний і тренд-аналіз.</p>
Формат курсу	<p>Очний</p>
Підсумковий контроль, форма	<p>іспит (усно)</p>
Пререквізити	<p>Для вивчення курсу студенти мають мати базові знання із загальної геології, вищої математики, інформатики та баз геологічних даних, виконувати кількісні вимірювання в польових та лабораторних умовах.</p>
Навчальні методи та техніки, які	<p>Лекції, лабораторні заняття та індивідуальне завдання з аналізу геологічних даних</p>

будуть використовувати ся під час викладання курсу	
Критерії оцінювання	<p>Оцінювання знань студента викладач здійснює за кредитно-модульною системою з використанням 100-бальної шкали. Підрахунок балів студента буде виконано шляхом їх сумування за формами поточного контролю знань (до 50 балів) та іспиту (до 50 балів).</p> <p>Щоб отримати відмітку «задовільно» або вищу студенту необхідно набрати в сумі більше 51 бала.</p>
Питання до іспиту	<ol style="list-style-type: none"> 1. Види геологічної інформації. Шкали вимірювання та класифікація статистичних змінних. Три типи математичних моделей, поняття похибки, закономірності й випадковості. 2. Умови застосування статистичних моделей та реальні геологічні об'єкти. Головні задачі математичної статистики і загальна схема розв'язування геологічних задач. 3. Подія та її ймовірність. Властивості ймовірності. 4. Форми представлення статистичного матеріалу та побудова гістограм. Емпірична й теоретична функції розподілу. 5. Характеристики статистичного матеріалу. 6. Головні статистичні закони розподілу. Нормальний закон розподілу й правило “трьох сигм”. 7. Оцінки для математичного сподівання та дисперсії. Критерії оцінювання. 8. Схема статистичного доведення. Помилки першого і другого роду. Параметричні й непараметричні критерії та умови їхнього застосування. 9. Порівняння двох геологічних об'єктів за середнім та дисперсією. 10. Виділення аномальних об'єктів і однорідних груп серед сукупності. 11. Дисперсійний аналіз. Схема однофакторного дисперсійного аналізу. 12. Поняття кореляційного аналізу. Коефіцієнт кореляції, його властивості та перевірка гіпотези про його значущість. Кореляційне поле й кореляційна матриця. 13. Нелінійна кореляція, кореляційне відношення та його властивості. Гіпотеза про значущість кореляційного відношення. Гіпотеза про правомірність застосування лінійної моделі. 14. Рівняння, властивості й геометрична інтерпретація лінійної регресії. Підбір параметрів рівняння регресії методом найменших квадратів. Оцінка якості апроксимації. 15. Коефіцієнти кореляції для рангових та якісних даних. Перевірка гіпотез про їхню значущість. Метод “дробового пострілу”. <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття тренду, побудова тренд-поверхонь, статистичні методи перевірки гіпотези про наявність тренду.
Опитування	Тестування (в системі MOODLE) для поточного контролю знань

Схема курсу «Математична статистика та обробка геологічної інформації»

Тиждень	Тема, короткі тези	Форма діяльності	Література	К-сть год
1	Тема 1. Вступ. Характер геологічної інформації. Види геологічної інформації. Шкали вимірювання кількісних даних. Первинне опрацювання інформації. Системний аналіз геологічних об'єктів і процесів. Три типи математичних моделей. Умови коректного застосування математичної статистики. Поняття про статистичну змінну. Геологічна сукупність і вибірка. Завдання математичної статистики. Загальна схема розв'язування геологічних задач.	Лекція		2
	Робота з програмою SURFER. Заняття 1. Вступ.	Лабор		2
2	Тема 2. Головні поняття теорії ймовірностей Головні властивості ймовірностей. Приклад обчислення ймовірностей за допомогою частотного відношення. Формула ймовірності для повної системи подій.	Лекція		2
	Робота з програмою SURFER. Заняття 2. Основи.	Лабор		2
3	Тема 3. Функція розподілу. Характеристики статистичного матеріалу Форми відображення кількісної інформації. Класифікація випадкових величин. Побудова гістограм. Властивості функції розподілу. Характеристики випадкових величин: Характеристики центральної тенденції. Характеристики розсіяння. Коефіцієнти асиметрії та ексцесу.	Лекція		2
	Програма EXCEL та статистичний аналіз даних.	Лабор		2
4	Тема 4. Закони розподілу Нормальний закон розподілу Логарифмічно нормальний (логнормальний) розподіл Інші закони розподілу Розподіл Стьюдента (t-розподіл) Розподіл хі-квадрат Розподіл Фішера (F-розподіл)	Лекція		2
	Побудова частотної таблиці і гістограми інтервальних частот в електронних таблицях. Побудова полігона частот та кумуляти.	Лабор		2

	Обчислення з їхньою допомогою ймовірностей появи окремих величин вимірювання з заданих діапазонів (інтервалів).			
5	Тема 5. Точкові та інтервальні оцінки статистичного матеріалу 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 6. Перевірка геологічних гіпотез. Поняття про статистичне доведення Шість етапів статистичного доведення Похибки першого й другого роду Параметричні й непараметричні критерії	Лекція		2
	Закони розподілу геологічних величин. Функції для роботи з нормальним та логнормальним законом розподілу. Побудова графіків густини розподілу й інтегральної функції розподілу за математичною формулою.	Лабор		2
7	Тема 7. Порівняння двох 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
	Побудова довірчого інтервалу для середнього та дисперсії. Знаходження мінімально необхідної кількості вимірювань для визначення середнього з заданою точністю.	Лабор		2
8	Тема 8. Виділення аномальних об’єктів і однорідних груп серед сукупності Задачі класифікації та виділення груп однорідності Однофакторний непараметричний	Лекція		2

	дисперсійний аналіз Краскала–Волліса Узагальнений критерій Стьюдента Виділення груп об'єктів, однорідних за середнім значенням: 1. Критерій χ^2 -квадрат, що ґрунтується на статистиці Велча 2. Критерій χ^2 -квадрат, що ґрунтується на статистиці Вілкоксона			
	Критерій погодженості. Перевірка гіпотез про закон розподілу. Критерій χ^2 -квадрат. Користування таблицями та функціями електронних таблиць. Визначення міри погодженості вимірів геологічних 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.	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
	Порівняння сукупності об'єктів. Виділення аномальних об'єктів.	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		

	Знайомство з процедурою дисперсійного аналізу. Інтерпретація результатів.	Лабор		2
12	Тема 12. Вступ до регресійного аналізу. 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.	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
13	Тема 13. 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
	Побудова лінійної та нелінійної регресії. Використання вбудованих можливостей електронних таблиць та програми СТАТИСТИКА. Оцінка якості лінійної моделі за загальною та залишковою дисперсією. Оцінка якості моделі за аналізом дисперсії залишків	Лабор		2
14	Тема 14. Тренд – аналіз Фон, аномалії та поверхня тренда. Білінійна просторова апроксимація. Експрес-методи оцінки наявності тренда : 1. Метод зміни знака 2. Метод стрибків.	Лекція		2
	Непараметрична та нелінійна кореляція. Гіпотеза про правомірність застосування лінійної моделі.	Лабор		2
15	Тема 15. Прикладні задачі аналізу багатовимірних даних. Основи факторний аналізу та інтерпретація його результатів. Основи використання прикладного програмного забезпечення.	Лекція		2
	Обчислення фонові складові та залишків вимірних значень (побудова білінійної тренд поверхні).	Лабор		2

16	Тема 15. Аналіз векторних даних. Основи аналізу напрямлених та інтерпретація його результатів. Основи використання прикладного програмного забезпечення.	Лекція		2
	Підготовка даних та виконання тренд-аналізу в програмі SURFER.	Лабор		2