

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 № 2 від 30.08. 2023 р.)

Завідувач
кафедри



Олег Гайовський

Силабус з навчальної дисципліни
«Геологічна інтерпретація геофізичних даних»,
що викладається в межах ОПІ «Геологія. Комп'ютерні
технології в науках про Землю» першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 103 «Науки про Землю»

Львів 2023р.

Назва дисципліни	Геологічна інтерпретація геофізичних даних
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	Фурман Віталій Васильович, канд. фіз.-мат. наук, доцент Дацюк Юрій Ростиславович, асистент
Контактна інформація викладачів	Фурман Віталій vitaliy.furman@lnu.edu.ua , fourman@i.ua вул. Грушевського 4; кімн. 125 Дацюк Юрій yudat@ukr.net
Консультації з питань навчання по дисципліні	Консультування викладач здійснює згідно затвердженого графіку або за попередньою домовленістю
Інформація про дисципліну	Дисципліна "Геологічна інтерпретація геофізичних даних" є вибіркова дисципліна зі спеціальності 103 Науки про Землю для освітньої програми Геологія. Комп'ютерні технології в науках про Землю, яка викладається в 8 семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS)
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна "Геологічна інтерпретація геофізичних даних" є базовою у формуванні сучасних представлень про фізичні процеси – фізику Землі, що протікають у надрах Землі, фізичних основ теоретичних та прикладних геофізичних методів досліджень земної кори - геофізики та фізичних принципів геотехнологій для інтерпретації геофізичних досліджень при розвідці родовищ корисних копалин
Мета та цілі дисципліни	<p>Метою навчальної дисципліни "Геологічна інтерпретація геофізичних даних" є ознайомлення з фізико-геологічними основами геофізичних методів дослідження; основами та способами розв'язку прямих та обернених задач; характерними особливостями якісної та кількісної інтерпретації геофізичної інформації в різних методах геофізики; основами комплексування геофізичних методів при пошуках та розвідці родовищ корисних копалин.</p> <p>В програмі дисципліни основна увага приділяється геологічному тлумаченню гравітаційних і магнітних аномалій, якісній та кількісній інтерпретації гравімагнітних даних, геологічне тлумачення та інтерпретація даних електророзвідки, геологічному аналізу даних сейсмометрії, принципам обробки даних геофізичних досліджень свердловин (ГДС) та комплексній інтерпретації діаграм ГДС.</p> <p>Завдання курсу: ознайомлення із термінологічним апаратом геофізичних методів, вивчення природи геофізичних полів, їх зміну в асі, з'ясування можливостей геофізичних методів досліджень для вивчення глибинної будови Землі, з'ясування можливостей</p>

	<p>еофізичних методів досліджень для вирішення пошукових, озвідувальних, інженерно-геологічних, археологічних та екологічних задач.</p> <p>. Необхідно дати загальне представлення про геофізику як про засіб рішення фундаментальних і прикладних задач по вивченню будівлі й еволюції Землі, для рішення екологічних і інженерних проблем при пошуках, розвідці й експлуатації родовищ корисних копалин.</p>
<p>Література для вивчення дисципліни</p>	<p>Основна і допоміжна література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. V. Fourman , Y. Vikhot, Problems of Modeling the geophysical characteristics of the Earth's Climate. 5th International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences, Konya, Turkey, July 10-12, 2023 – Konya, 2023. – P. 130. 2. Fourman V. Physical modeling of the climate Earth / Fourman V. V-th International Conference «Actual problems of fundamental science» – APFS'2023: Волинський національний університет ім. Л.Українки, Lutsk – Sviyaz', Ukraine, 01 – 05.06.2023 – Луцьк : Вежа-Друк, 2023. – P. 22-24 3. Фурман В.В., Д. Малицький, Фурман В., та інші / Фокальні механізми сейсмічних подій на Марсі. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. – 2023. – 103(4), 12 стор 4. V.Fourman, Vikhot Yu, A. Bubniak, S. Kril, I. Bubniak, M. Oliinyk . Modeling of physical fields and monitoring geological processes with using drones (UAVs) // Електроніка та інформаційні технології. – 2022. – Вип. 17. – P.55-66. – DOI: https://doi.org/10.30970/eli.17.5. 5. В. В. Фурман , Ю. М. Віхоть, І. М. Бубняк, С. Я. Кріль Застосування безпілотних літальних апаратів (UAV) для геофізичних спостережень. Вісник Львівського університету. Серія геологічна. – 2022. – Вип.36. – С. 100-105. – DOI: https://doi.org/10.30970/vgl.36.08. 6. Фурман В.В. Особливості моделювання геодинамічних ситуацій у структурах Землі. Збірник наукових праць "Електроніка та інформаційні технології", 2016, Випуск 6, с.89-97 7. Фурман В.В. Глобальні моделі сейсмічної томографії у дослідженні структур Землі. Збірник наукових праць "Електроніка та інформаційні технології", 2018, Випуск 9, с. 49–63 8. Фурман В.В., Хом'як М.М., Хом'як Л.М. Моделювання взаємозв'язку параметрів геофізичних процесів у глибинних структурах Землі. Збірник наукових праць "Електроніка та інформаційні технології", 2018, Випуск 9, с.64–78 9. Заяць Х. Б. Глибинна будова надр Західного регіону України на основі сейсмічних досліджень і напрямки пошукових робіт на нафту та газ: [монографія] / Укр. держ. геологорозв. ін-т, Львів. від-ня. - Л. : Центр Європи, 2015. 136 с. 10. Продайвода Г.Т., Вижва С.А., Віршило І.В. Математичне моделювання геофізичних параметрів, Київ: ВПЦ «Київський університет», 2012. – 287 с.(д. а. 16,7) 11. Продайвода Г.Т., Кузьменко П.М., Тищенко А. П., Трипільський О.А. Сейсмометрія. (підручник), Київ: ВПЦ «Київський університет», 2018. – 527 с.. 12. Завортько Ю.М. Фізичні основи геофізичних методів дослідження свердловин. Підручник. – К., 2010. – 338 с.

13. 2. Анікеев, С. Г. Фізичні властивості гірських порід: лабораторний практикум/ С. Г. Анікеев, М. В. Штогрин, Д. Д. Федоришин. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2016. – 139 с. Вижва С.А.. Геофізичний моніторинг небезпечних геологічних процесів: Монографія – К.: ВГЛ «Обрії», 2004. – 236 с.
14. Толстой М.І., Гожик А. П., Рева М. В., Степанюк В. П., Сухорада А. В. Основи геофізики (методи розвідувальної геофізики): Підручник. – К.: Видавничополіграфічний центр «Київський університет», 2006. – 446 с.
15. Розловська, С. Є. Сейсморозвідка [Текст] : конспект лекцій. Ч. 1 / С. Є. Розловська. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2021. – 146 с. http://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=467233
16. Стародуб, Ю. П. Сейсморозвідка [Текст] : ел. лекції / Ю. П. Стародуб. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2017. – 200 с. http://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=446461
17. Ганженко, Н. С. Новітні методи обробки сейсмічної інформації [Текст] : метод. вказівки / Н. С. Ганженко, О. П. Петровський. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2015. – 26 с. http://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=414809
18. Ганженко, Н. С. Проектування багатократних систем сейсмічних спостережень [Текст] : метод. вказівки / Н. С. Ганженко, М. В. Штогрин, С. Є. Муц. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ Факел, 2009. – 58 с. http://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=199822
19. Розловська, С. Є. Сейсморозвідка [Текст] : лабораторний практикум. Ч. 1 / С. Є. Розловська, М. В. Штогрин. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2019. – 82 с. http://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=457827
20. Розловська, С. Є. Сейсморозвідка. Обробка та інтерпретація сейсморозвідувальних даних [Текст] : лаб. практикум / С. Є. Розловська. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2021. – 97 с. http://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=471122
21. Сейсмічна розвідка [Текст] : лабораторний практикум. Ч. 3 : Прогнозування геологічного розрізу (сейсмостратиграфічний аналіз) / С. В. Кольцов, С. Є. Фролова, Н. С. Ганженко, А. І. Омельченко. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2011. – 78 с. http://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=293386
22. Розловська, С. Є. Проектування площинних систем спостережень у сейсморозвідці [Текст] : метод. вказівки / С. Є. Розловська, Н. С. Ганженко. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2013. – 133 с. http://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=369179
23. Розловська, С. Є. Методи сейсмічної томографії [Текст] : лабораторний практикум / С. Є. Розловська, М. В. Штогрин. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2017. – 32 с. http://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=436624
24. Федак, І. О. Сучасні технології проведення геофізичних досліджень [Текст] : конспект лекцій / І. О. Федак, Я. М. Коваль. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2022. – 101 с. http://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=472291
25. Федак І. О. Сучасні технології проведення геофізичних досліджень [Текст] : лаб. практикум / І. О. Федак, Я. М. Коваль. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2022. – 57 с. http://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=472292
26. Методичні вказівки з лабораторних занять з курсу «Геофізичні методи досліджень» для студентів геологічних спеціальностей /

	Безродна І.М, . Безродний Д.А//КНУ імені Тараса Шевченка, Київ , 2012 – 65 с.
Обсяг курсу	Загальна кількість годин – 120 лекції – 32 год., лабораторні заняття – 32 год. та самостійна робота – 56 год.
Очікувані результати навчання	<p>У результаті вивчення даної дисципліни студент повинний:</p> <p>знати: Фізико-математичні основи базових геофізичних методів Підходи до зв'язку прямих та обернених задач геофізики Основні принципи кінсної та кількісної інтерпретації геофізичних даних. Принципи моделювання геологічного середовища Сучасні комп'ютерні програми поетапної обробки та інтерпретації даних геофізики. Сучасні комп'ютерні програми комплексної інтерпретації геофізичної інформації</p> <p>мати представлення:</p> <ul style="list-style-type: none"> - про фізико-математичні основи гравірознавства, магніторозвідки, сейсморозвідки, електророзвідки, ядерної геофізики; - методи геофізичних досліджень, правила й умови виконання геофізичних робіт; <p>Уміти застосовувати на практиці методи геофізичних досліджень. Розраховувати аномальні фізичні поля. В результаті вивчення навчальної дисципліни студент буде вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> • аналізувати результати геофізичних спостережень та пояснювати їх зв'язок з геологічними та техногенними об'єктами • формувати комплекси геофізичних досліджень на основі застосування критеріїв оптимальності та конкретних фізико-геологічних моделей • аналізувати якість геофізичної інформації, яка використовується для комплексної інтерпретації; • проводити інтерпретацію за окремими геофізичними методами; • використовувати статистичний аналіз для встановлення зв'язків між різними методами дослідження; • проводити комплексну інтерпретацію результатів геофізичних досліджень під час вирішення поставлених завдань; • проводити побудови кількісних фізико-геологічних моделей при вирішенні геологічних картувальних, пошукових, розвідувальних, інженерних та екологічних завдань. • обробляти та описувати результати обробки сейсмічних даних та пояснювати їх зв'язок з геологічними об'єктами, працювати в комп'ютерних програмах з обробки та інтерпретації сейсмічних даних
Ключові слова	Фізика Землі, основи геофізики, фізичні поля Землі, методи геофізичних досліджень, будова Землі
Формат курсу	Очний
Підсумковий контроль, форма	Залік
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти мають мати базові знання із основ фізики Землі, методів геофізичних досліджень, загальної геології, вищої математики, інформатики.

<p>Навчальні методи та техніки, що використовуються під час викладання курсу</p>	<p>Презентації, лекції, дискусія.</p> <p>Бесіди з обговорення проблем, практичні роботи.</p> <p>Консультації.</p> <p>Організація самостійної роботи, самоконтроль.</p>
<p>Необхідне обладнання</p>	<p>Персональний комп'ютер або ноутбук, загальнонавчавні (Microsoft PowerPoint) та спеціалізовані комп'ютерні програми, проектор.</p>
<p>Критерії оцінювання</p>	<p>Академічна доброчесність: Списування, втручання в роботу інших студентів – приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Роботи здобувачів є виключно оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні по курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <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.</p> <p>Бонусні бали за відвідування – відсутність пропусків – 16 балів (8 лекції, 8 практичних)</p> <p>Практичні заняття – максимальна кількість 48балів</p> <p>(16 занять - максимально 3 б. за заняття)</p> <p>3 бали – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом...;</p> <p>2 бали – студент не зовсім достатньо володіє навчальним матеріалом .;</p> <p>1 бал – студент допомагає на заняттях, виконує завдання разом з викладачем ;</p> <p>0 балів -невиконання завдань</p> <p>Виконання тесту у кінці семестру із переліку самостійних завдань 3 питання по 8 балів – разом 24 балів.</p> <p>Колоквіум 12 балів (3 питання по 4 бали)</p> <p>Щоб отримати відмітку «зараховано» студенту необхідно набрати в сумі рівно або більше 51 бала.</p>

Питання до заліку	Залік виставляється за результатами суми балів за критеріями оцінювання
Завдання для самостійної роботи	Завдання розміщені в посібниках у списку літератури
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу

Схема курсу «Геологічна інтерпретація геофізичних даних»

Тиждень	Тема, короткі тези	Форма діяльності К-сть год	
1-2	Фізико-геологічна модель геологічного середовища. Фізико-математичні основи базових геофізичних методів. Підходи до розв'язку прямих та обернених задач геофізики. Основні принципи якісної та кількісної інтерпретації геофізичних даних.	Лекція 4	Лабор 4
3	Приклади вирішення регіональних, пошукових та деталізаційних геологічних завдань геофізичними методами. Вибір оптимального комплексу геофізичних досліджень для вирішення задач вугільної, нафтогазової галузі та інженерно-геологічних задач геології. Розгляд прикладів геофізичного моделювання для вирішення конкретних геологічних задач. Комплексування геофізичних методів для розв'язку задач геології	Лекція 2	Лабор 2
4	Принципи моделювання геологічного середовища Сучасні комп'ютерні програми поетапної обробки та інтерпретації даних геофізики. Сучасні комп'ютерні програми комплексної інтерпретації геофізичної інформації.	Лекція 2	Лабор 2
5	Геологічне тлумачення гравітаційних аномалій. Якісна та кількісна інтерпретація гравіметричних даних. Локальні та залишкові гравітаційні аномалії. Пряма та обернена задачі гравіметрії. Експрес-методи інтерпретації потенціальних полів.	Лекція 2	Лабор 2
6	Інтерпретація даних магніторозвідки. Магнетизм і його природа. Густина гірських порід. Аналітичні вирази для магнітних полів від кулі і горизонтального циліндра вертикальне намагнічення. Кількісний аналіз магнітної та гравітаційної аномалій (аномальне поле вертикального диполя горизонтального уступа).	Лекція 2	Лабор 2

7	Аналіз магнітного та гравітаційного полів реального геологічного об'єкта Прямі і обернені задачі гравімагніторозвідки. Теорія і практика. Методи розв'язку оберненої задачі для потенціальних полів Однорідне рівняння Ейлера. Визначення похибки вимірювань для моделей. Метод порівняння. Експрес-методи розв'язку оберненої задачі магнітометрії	Лекція 2	Лабор 2
8	Геологічне тлумачення даних електророзвідки. Якісна та кількісна інтерпретація даних електророзвідки. Класифікація методів електророзвідки. Поняття геоелектричного розрізу. Зведені параметри геоелектричного розрізу. Основні способи якісної інтерпретації даних електрометрії. Кількісна інтерпретація результатів електророзвідувальних зондувань. Побудова геоелектричного розрізу. Якісна та кількісна інтерпретація даних методу природного поля.	Лекція 2	Лабор 2
9	Геологічне тлумачення даних сейсмометрії та каротажу. Геологічний аналіз даних сейсмометрії. Сейсморозвідка методом відбитих хвиль. Сейсморозвідка методом заломлених хвиль. Годографи різних типів хвиль введення статичних і кінематичних поправок. Побудова зведених годографів. Характеристики систем спостережень при виконанні сейсмічних зйомок. Рівняння годографів.	Лекція 2	Лабор 2
10	Інтерпретація сейсмічних даних Способи визначення ефективної швидкості за годографами відбитих хвиль. Пошуки нафтогазових покладів за даними сейсмічних досліджень.	Лекція 2	Лабор 2
11-12	Огляд інтерпретаційних комплексів та їх можливості для вирішення геологічних задач. Обернена задача теорії сейсморозвідки та її рішення. Загальна схема вирішення оберненої задачі. Особливості стадій обробки та інтерпретації. Структура обробки польових сейсмічних спостережень. Роль фільтрації та кореляції сейсмічних коливань. Основні етапи та види обробки сейсмічних даних. Частотна фільтрація сейсмічних коливань. Просторово-частотна фільтрація сейсмічних коливань. Побудова сейсмічних границь	Лекція 4	Лабор 4
13	Геологічне тлумачення даних геофізичних досліджень свердловин. Отримання інформації при геофізичних	Лекція 2	Лабор 2

	дослідження в свердловинах. Бази даних та системи інтерпретації даних ГДС. Основні методи ГДС, принципи обробки даних. Комплексна інтерпретація діаграм: виділення пластів, визначення літології, оцінка типів корисних копалин та їх фізичних параметрів.		
14	Ознайомлення з комплексом промислово-геофізичних досліджень в свердловинах, основи виділення та кореляції прогнозно-продуктивних комплексів на нафту та газ. Колекторські властивості гірських порід. Типи кривих електрокаротажу для визначення літологічних різновидностей, потужності, пористості, проникливості гірських порід. Методи визначення флюїдонасичення колекторів	Лекція 2	Лабор 2
15	Вертикальне сейсмічне профілювання (ВСП) та акустичний каротаж. Методика ведення польових робіт та інтерпретація даних. Вимір швидкостей природного середовища. Визначення ефективності швидкості по годографах відбитої та заломленої хвиль. Визначення пластових швидкостей.	Лекція 2	Лабор 2
16	Комплексна інтерпретація гравіметричних, електрометричних та сейсмічних даних з метою пошуків та локалізації родовищ корисних копалин . Приклади вирішення сейсмозвідкоюрєгіональних, пошукових та деталізаційних геологічних завдань. Вибір оптимального комплексу геофізичних досліджень для вирішення задач вугільної, нафтогазової галузі та інженерно-геологічних задач геології.	Лекція 2	Лабор 2