

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 30.08.2023р.)

Завідувач кафедри



Олег Гайовський

Силабус із навчальної дисципліни  
**«Основи сейсмології»,**  
**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.

<b>Назва курсу</b>	<b>Основи сейсмології</b>
<b>Адреса викладання курсу</b>	Львівський національний університет імені Івана Франка, геологічний факультет, кафедра геології корисних копалин і геофізики, м. Львів, вул. Грушевського 4, 79005 Львів
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Геологічний факультет, кафедра геології корисних копалин і геофізики
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	10 Природничі науки 103 Науки про Землю за освітньо-професійною програмою «Геологія. Комп'ютерні технології в науках про Землю»
<b>Викладачі курсу</b>	<b>Фурман Віталій Василійович</b> – кандидат фіз.-мат наук, доцент кафедри геології корисних копалин і геофізики
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:vitaliy.furman@lnu.edu.ua">vitaliy.furman@lnu.edu.ua</a> <a href="https://geology.lnu.edu.ua/employee/furman-vitalij-vasylovych">https://geology.lnu.edu.ua/employee/furman-vitalij-vasylovych</a> вул. Грушевського, 4, кімната 125 або комп'ютерний клас геологічного факультету кімната 129
<b>Консультації з питань навчання по курсу відбуваються</b>	Консультації, за необхідності, проводяться в день лекцій і практичних занять, або за попередньою домовленістю за адресою: вул. Грушевського, 4, комп'ютерний клас. Крім того, можливі онлайн консультації через Teams, Telegram, Zoom, Moodle, електронну пошту або інші ресурси. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача або телефонувати.
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=639">https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=639</a>
<b>Інформація про курс</b>	Дисципліна «Основи сейсмології» є вибірковою зі спеціальності 103 Науки про Землю для ОПП Геологія. Комп'ютерні технології в науках про Землю, яка викладається у 5 семестрі в обсязі 4,5 кредитів ECTS.
<b>Коротка анотація курсу</b>	Курс навчальної дисципліни «Основи сейсмології» розроблено для студентів-бакалаврів спеціальності 103 Науки про Землю, освітньо-професійної програми Геологія. Комп'ютерні технології в науках про Землю. Під час вивчення цієї дисципліни студенти ознайомляться із знаннями із теорії можливостей сейсмометрії для різних прикладних задач, здійснення вимірювальних робіт, виконання обробки та аналізу спостережених даних, сприяти поширенню сейсмометрії у повсякденній професійній та соціальній діяльності. В програмі дисципліни основна увага приділяється аналізу сейсмохвильових полів, а також комп'ютерним принципам обробки та інтерпретації спостережених сейсмічних даних. Характеризуються області застосування сейсмометрії та надається інформація щодо розвитку методу в історичному аспекті. До розгляду включено геологічні принципи постановки сейсмічних завдань та огляд шляхів їх реалізації та ефективність
<b>Мета та цілі курсу</b>	<b>Мета дисципліни</b> – забезпечити формування у студентів знань з теорії та можливостей сейсмології для різних прикладних задач, здійснення вимірювальних робіт, виконання обробки та аналізу спостережених даних, сприяти поширенню сейсмометрії у повсякденній професійній та соціальній діяльності. Розглядаються підходи до розв'язку прямих та обернених задач сейсмо-хвильових полів..
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<b>Основна і допоміжна література:</b> 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, July10-12, 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 – Svitvaz', Ukraine, 01 – 05.06.2023 – Луцьк : Вежа-Друк, 2023. – Р. 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), 12стор
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. – Р.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. Анікеєв, С. Г. Фізичні властивості гірських порід: лабораторний практикум/ С. Г. Анікеєв, 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](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](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](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](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](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](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](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](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](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,

	<p>Я. М. Коваль. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2022. – 101 с.<a href="http://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=472291">http://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=472291</a></p> <p>25. Федак І. О. Сучасні технології проведення геофізичних досліджень [Текст] : лаб. практикум / І. О. Федак, Я. М. Коваль. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2022. – 57 с. <a href="http://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=472292">http://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=472292</a></p> <p>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.</p>
<b>Тривалість курсу</b>	Один семестр
<b>Обсяг курсу</b>	135 годин: 48 години аудиторних занять. З них 32 години лекцій, 16 годин практичних занять та 87 години самостійної роботи
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>В результаті вивчення навчальної дисципліни студент буде знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• фізико-математичні основи сейсмології як науки та її методу;</li> <li>• Практичні навички проведення сейсмічних досліджень;</li> <li>• необхідні методологічні знання з якісної та кількісної інтерпретації сейсмічних даних;</li> <li>• загальні принципи обробки сейсмічних даних;</li> <li>• основні поняття і терміни теорії сейсмохвильових полів. Елементи лінійної теорії пружності</li> <li>• основні способи якісної та кількісної інтерпретації сейсмічних даних для створення систем сейсмічної томографії</li> <li>• базові основи цифрових сейсмозвідувальних станцій та телеметричних сейсмозвідувальних систем</li> <li>• термінологічний апарат аналізу сейсмохвильових полів;</li> <li>• базові знання із застосування сейсмічних досліджень для геологічних, пошукових, інженерних та екологічних задач.</li> </ul> <p>Знати сучасні методи дослідження Землі та її геосфер і вміти їх застосовувати у виробничій та науково-дослідницькій діяльності. Використовувати сучасні методи моделювання та обробки матеріалів геофізичних досліджень.</p> <p>В результаті вивчення навчальної дисципліни студент буде вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• аналізувати результати геофізичних спостережень та пояснювати їх зв'язок з геологічними та техногенними об'єктами</li> <li>• обробляти та описувати результати обробки сейсмічних даних та пояснювати їх зв'язок з геологічними об'єктами</li> <li>• працювати в комп'ютерних програмах з обробки та інтерпретації сейсмічних даних</li> </ul>
<b>Ключові слова</b>	Теорія поширення коливань у геологічних середовищах, сейсмологія, годограф, геофізика, моделювання
<b>Формат курсу</b>	Очний
	Проведення практичних занять і консультації для кращого розуміння предмету дисципліни
<b>Теми</b>	Подано нижче у табличній формі СХЕМА КУРСУ*
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін – «Основи фізики Землі», «Основи геофізики» «Прикладна геофізика», достатніх для сприйняття та розуміння основних процесів та вибору методів досліджень
<b>Навчальні</b>	Презентації, лекції, дискусія.

<p><b>методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b></p>	<p>Бесіди з обговорення проблем, лабораторні роботи. Консультації. Організація самостійної роботи, самоконтроль.</p>
<p><b>Необхідне обладнання</b></p>	<p>Персональний комп'ютер або ноутбук, загальноживані (Microsoft PowerPoint) та спеціалізовані комп'ютерні програми, проектор.</p>
<p><b>Критерії оцінювання</b></p>	<p><b>Академічна доброчесність:</b> 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><b>Відвідання занять</b> 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><b>Література.</b> 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 – 24 бали ( 16 балів за лекцію, 8 за лабораторні)</p> <p>Виконання тесту у кінці семестру із переліку самостійних завдань 3 питання по 12 балів – разом 36 балів.</p> <p>Колоквіум 40 балів (4 питання по 10 балів)</p> <p>Щоб отримати відмітку «зараховано» студенту необхідно набрати в сумі рівно або більше 51 бала.</p>
<p><b>Питання до заліку</b></p>	<p>Залік виставляється за результатами суми балів за критеріями оцінювання</p>
<p><b>Завдання для самостійної роботи</b></p>	<p>Завдання розміщені в посібниках у списку літератури</p>
<p><b>Опитування</b></p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу</p>

**СХЕМА КУРСУ\***

№	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Термін виконання
1	Теорія поширення коливань в геологічних середовищах. Хвильове рівняння. Типи хвиль. Впорядковані і неспорядковані середовища. Петрофізичні механічні властивості гірських порід	<i>Лекція - 2 год, лабораторне заняття – 1 год самостійна робота – 3 год</i>	1-2й тжд
2	Прояви землетрусів. Землетруси. Їх причини. Сейсмоактивні пояси планети. Цунамі. Сейсмічна небезпека та захист від землетрусів . Основи сейсмічного захисту	<i>Лекція - 2 год, лабораторне заняття – 1 год самостійна робота – 3 год</i>	3-4й тжд
3	Основні поняття і терміни теорії сейсмічних хвильових полів. Сейсмічні хвилі .Класифікацію сейсмічних полів та їх досліджуваних параметрів. Макросейсмічні та інструментальні сейсмологічні дані	<i>Лекція - 2 год, лабораторне заняття – 1 год самостійна робота – 3 год</i>	5-6й тжд
4	Обробка і опис результатів сейсмічних спостережень, використання для вивчення внутрішньої будови планети. Особливості будови Землі за сейсмологічними даними Задачі сейсмології та сейсморозвідки	<i>Лекція - 2 год, лабораторне заняття – 1 год самостійна робота – 3 год</i>	7-8й тжд
5	Інтерпретація сейсмічних даних. Створення робочого потоку для інтерпретації. Автоматична та ручна інтерпретація. Інтерпретація тектонічних порушень. Інтерпретація сегментів розломів	<i>Лекція - 2 год, лабораторне заняття – 1 год самостійна робота – 3 год</i>	9-й тжд
6	Методи дослідження кінематики сейсмічних хвиль. Методи дослідження годографів сейсмічних хвиль у двошарових, багатошарових та градієнтних середовищах	<i>Лекція - 2 год, лабораторне заняття – 1 год самостійна робота – 3 год</i>	10-й тжд
7	Вигляд поля часу та годографи хвиль у середовищі з лінійною залежністю швидкості від глибини Характеристика джерел і спектру сейсмічних коливань	<i>Лекція - 2 год, лабораторне заняття – 1 год самостійна робота – 3 год</i>	11-й тжд
8	Способи визначення швидкостей за спостереженнями на денній поверхні та у свердловинах Основні способи якісної та кількісної інтерпретації сейсмічних даних	<i>Лекція - 2 год, лабораторне заняття – 1 год самостійна робота – 3 год</i>	12-й тжд
9	Принципи побудови відбиваючих меж в однорідному середовищі за позовжніми годографами	<i>Лекція - 2 год, лабораторне заняття – 1 год самостійна робота – 3 год</i>	13-й тжд
10	Підходи обробки і опису результатів спостереження сейсмічних даних та пояснювати їх зв'язок з геологічними об'єктами	<i>Лекція - 2 год, лабораторне заняття – 1 год самостійна робота – 3 год</i>	14-й тжд
11	Комп'ютерні програми з обробки та інтерпретації сейсмічних даних	<i>Лекція - 2 год, лабораторне заняття – 1 год самостійна робота – 3 год</i>	15-й тжд
12	Елементи сейсмічної томографії.	<i>Лекція - 2 год, лабораторне заняття – 1 год самостійна робота – 3 год</i>	16-й тжд