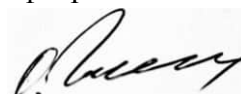


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Геологічний факультет
Кафедра геології корисних копалин і геофізики

Затверджено
на засіданні кафедри геології
корисних копалин і геофізики
геологічного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол №_2 від 30.08.2023.)

Завідувач кафедри



О.Гайовський

Силабус з навчальної дисципліни
«Основи фізики Землі»,
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

Назва дисципліни	Основи фізики Землі
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	Консультавання слухачів викладач здійснює згідно затвердженого графіку або за попередньою домовленістю
Інформація про дисципліну	Дисципліна "Основи фізики Землі" є нормативна дисципліна зі спеціальності 103 Науки про Землю для освітньої програми Геологія. Комп'ютерні технології в науках про Землю, яка викладається в 2 семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS) Курс складається з двох частин - лекційної і практичної. На лекціях даються теоретичні основи фізики Землі. На лабораторних заняттях розглядаються методи рішення задач.
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна "Основи фізики Землі" 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 на другому курсі навчання.
Мета та цілі дисципліни	Метою навчальної дисципліни "Основи фізики Землі" є сформувані та надати загальне представлення про геофізичні поля, процеси для дослідження земної кори і Землі в цілому, показати, які фундаментальні фізичні властивості масивів гірських порід лежать в основі геофізичних досліджень. Курс повинний розбудити інтерес до майбутньої спеціальності, як інтегрованої науки, заснованої на використанні новітніх досягнень геології, фізики, математики й інформатики. Фізика Землі, досліджуючи ті ж самі явища, що й інші науки про Землю – геологія, географія і т.д., відрізняється від них тим, що в ній у значно більшому обсязі використовуються методи фізико-математичного аналізу явищ природи та земних структур. Завдання курсу: викласти предмет і метод геофізики, як науки, що дає опис природи фізичних полів Землі, властивостей і закономірностей їхнього розподілу в просторі і в часі; показати місце геофізики серед інших наук про Землю. Необхідно дати загальне представлення про використання фізики у вивченні Землі, як про засіб рішення фундаментальних і прикладних задач по вивченню будови й еволюції Землі, для рішення екологічних і інженерних проблем при пошуках, розвідці й експлуатації родовищ корисних копалин..

**Література для
вивчення дисципліни**

Основна і допоміжна література:

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 – Svityaz', 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), 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. – 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, Віхоть Ю.М., Павлюк О.М. Основи геофізики (фізика Землі). Навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету, Львів. ЛНУ імені Івана Франка. 2016, 104 с.
7. Фурман В.В, Віхоть Ю.М., Павлюк О.М. Основи геофізики. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів на пряму підготовки 6.040103 - геологія Львів. ЛНУ імені Івана Франка. 2016, 60 с.
8. Фурман В.В, Віхоть Ю.М., Основи геофізики (короткий довідник з практикуму)/Довідник з практикуму для студентів геологічного факультету Львів. ЛНУ імені Івана Франка. 2017, 68 с.
9. Фурман В.В, Віхоть Ю.М., Павлюк О.М. Основи геофізики (фізика геологічних процесів)Навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету, Львів. ЛНУ імені Івана Франка. 2017, 104 с.
10. Фурман В.В, Віхоть Ю.М., І. М. Бубняк, С. Я. Кріль Комп'ютерна графіка в науках про Землю. Навчальний посібник . Львів. ЛНУ імені Івана Франка. 2019, 104 с.
11. 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
12. 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.
13. 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.
14. Продайвода Г.Т., Вижва С.А., Віршило І.В. Математичне моделювання геофізичних параметрів, Київ: ВПЦ «Київський університет», 2012. – 287 с.(д. а. 16,7).
15. Вижва С.А.. Геофізичний моніторинг небезпечних геологічних

	процесів: Монографія – К.: ВГЛ «Обрії», 2004. – 236 с.
Обсяг курсу	Загальна кількість годин – 90,3 яких відведено на лекції – 32, лабораторні заняття – 32 год. та самостійну роботу – 26 год.
Очікувані результати навчання	<p>У результаті вивчення даної дисципліни студент повинний знати: будову, склад, основні оболонки Землі; сейсмологію, гравітаційне і магнітне поле Землі; реологічні характеристики Землі; методи вивчення внутрішньої будівлі Землі і її зовнішніх полів; методи побудови моделей Землі; історію розвитку й еволюцію Землі; фізичні характеристики і фізичні процеси; обґрунтування раціонального комплексу геофізичних методів при рішенні різних геологічних задач.</p> <p>мати представлення:</p> <p>- про фізико-математичні основи гравіметрії, магнітометрії, сейсмології, електрометрії, ядерної геофізики, геотермії;</p> <p>Загальні компетентності</p> <p>ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>Спеціальні (фахові) компетентності:</p> <p>ФК1 – Розуміння планети як єдиної системи, найважливіших проблем її будови та розвитку.</p> <p>ФК 2. Здатність застосовувати базові знання фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні Землі та її геосфер.</p> <p>ФК 4. Здатність застосовувати кількісні методи при дослідженні геосфер.</p> <p>ФК 10. Здатність ідентифікувати та класифікувати відомі і реєструвати нові об'єкти у геосферах, їх властивості та притаманні їм процеси.</p> <p>Програмні результати навчання:</p> <p>ПР01. Збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області наук про Землю.</p> <p>ПР04. Використовувати інформаційні технології, картографічні та геоінформаційні моделі в області наук про Землю.</p> <p>ПР06. Визначати основні характеристики, процеси, історію і склад Землі як планетарної системи та її геосфер..</p> <p>ПР07. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні природних процесів формування і розвитку геосфер.</p> <p>ПР09. Вміти виконувати дослідження геосфер за допомогою кількісних методів аналізу.</p> <p>ПР10. Аналізувати склад і будову геосфер (у відповідності до спеціалізації) на різних просторово-часових масштабах.</p>

	<p>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;
Ключові слова	Фізика Землі, фізичні поля Землі, методи вимірювання фізичних полів Землі, будова Землі
Формат курсу	Очний
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру
Теми	Подано нижче у табличній формі СХЕМА КУРСУ*
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти мають мати базові знання із основ фізики речовини Землі, загальної геології, вищої математики, інформатики та геоінформатики .
Навчальні методи та техніки, що використовуються під час викладання курсу	Презентації, лекції, дискусія. Бесіди з обговорення проблем, лабораторні роботи. Консультації. Організація самостійної роботи, самоконтроль., лабораторні заняття та індивідуальне завдання
Необхідне обладнання	Персональний комп'ютер або ноутбук, загальнонавчавні (Microsoft PowerPoint) та спеціалізовані комп'ютерні програми, проектор.
Критерії оцінювання	<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 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 «Основи фізики Землі»

Тиждень	Тема, короткі тези	Форма діяльності К-сть год	
1-2	СОНЯЧНА СИСТЕМА І ЗЕМЛЯ. Відомості про Сонячну систему. Гіпотези виникнення Сонячної системи. Сонце. Планети Сонячної системи. Метеорити, комети, астероїди. Земля і Місяць Закони небесної механіки. Рух Землі і взаємодія із Сонцем. Моделі виникнення і розвитку Землі. Походження Землі. Еволюційні процеси походження Землі. Гаряча і холодна теорія виникнення Землі. Вік Землі. Шкала абсолютної геологічної хронології. Природна радіоактивність. Ядерні реакції. Ізотопи. Радіоізотопні методи. Походження хімічних елементів. Походження хімічних елементів у космічних об'єктах. Еволюційні процеси походження мінералів в атмосфері, корі та ядрі Землі.	Лекція 4	Лабор 4
3-4	ФІЗИЧНІ ПОЛЯ ЗЕМЛІ. Види фізичних полів. Класифікація взаємодій у природі: електро-магнетні, гравітаційні, сильні, слабкі, надсильні, далекодіючі, Короткодійчі та ядерні взаємодії. Співвідношення між взаємодіями. Фізичні основи спостережуваних явищ в атмосфері, корі та мантії Землі. Обертання тіл, на які діють зовнішні сили. Поняття про діючі сили.	Лекція 4	Лабор 4

5	ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕМЛІ. Методи визначення радіуса Землі. Механічні властивості Землі. Маса Землі і Сонця. Визначення маси Землі. Земля як неоднорідне тіло обертання. Проблеми фігури обертової рідкої маси. Теорія Клеро. Зміни швидкості обертання та фігура Землі. Коливання швидкості обертання. Маса і середня густина Землі. Тиск усередині Землі. Фізичні процеси в оболонках Землі. Деформація і напруженість для різних середовищ. Середовище з ускладненими механічними властивостями і його застосування.	Лекція 2	Лабор 2
6	ГЛОБАЛЬНІ ФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ В ЗЕМЛІ. Магматичні процеси в Землі. Вулканічна діяльність. Прості фізичні моделі вулканів. Еволюція й розвиток континентів Землі. Конвекційні процеси в мантії та корі Землі. Геодинаміка ефектів обертання Землі. Проблема стабільності осі обертання Землі. Тектонічні процеси. Рух континентів.	Лекція 2	Лабор 2
7	ГІДРОСФЕРА. Процеси у гідросфері. Водна оболонка Землі. Морські течії. Циркуляція океанічних вод. Припливи і відпливи. Потужність водної оболонки. Співвідношення океану та суші. Особливості формування рельєфу океанічного дна. Фізичні властивості водної оболонки Землі. Розподіл температур. Прісна й океанічна вода. Особливості обміну води у природі. Льодові шапки планети.	Лекція 2	Лабор 2
8	ФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ В АТМОСФЕРІ. Походження й еволюція атмосфери Землі. Взаємозв'язок океану й атмосфери з оболонками Землі та вплив на клімат Землі.. Склад атмосфери. Тепловий баланс Землі й атмосфери. Поглинання і розсіяння енергії в атмосфері. Вплив сонячної активності на атмосферу Землі. Вода в атмосфері. Теорія поширення хвиль в атмосфері. Основи газодинаміки у дослідженні атмосфери Землі. Виникнення руху повітряних мас. Земні катаклізми й атмосферні явища. Оптичні явища та розсіяння світла в атмосфері. Атмосферна прозорість в аерозолі. Поляризаційна карта неба, анізотропія молекул і багаторазове розсіяння. Поглинання і випромінювання в газах при високих температурах. Оптичні властивості нагрітого повітря.	Лекція 4	Лабор 4
9	ГРАВІТАЦІЙНЕ ПОЛЕ ЗЕМЛІ. Гравітаційне поле Всесвіту. Головні властивості потенціалу сили тяжіння. Рівняння Лапласа та Пуассона. Поняття про гравіметричні	Лекція 2	Лабор 2

	методи дослідження. Основи потенціальної теорії. Другі похідні потенціалу сил тяжіння. Теорія гравітаційного поля Землі. Сила тяжіння та її потенціал. Вплив відцентрових сил. Доцентрова сила і її потенціал. Нормальні значення других похідних гравітаційного потенціалу.		
10	Сила тяжіння на поверхні Землі. Ізостазія. Дослідження фігури геоїда. Нормальний геоїд. Квазігеоїд. Стиснення Землі. Стиснутий еліпсоїд і геоїд. Зміни сили тяжіння та фігура Землі. Земля як однорідне тіло обертання. Дія на вісь Землі. Прецесія і стиск Землі. Приливи, вільна нутація. Вплив Місяця на Землю. Ізостатична рівновага у земній корі.	Лекція 2	Лабор 2
11	СЕЙСМІЧНІСТЬ ТА БУДОВА ЗЕМЛІ. Вільні коливання Землі. Сфероїдальні коливання. Крутильні коливання. Сейсмічна активність Землі. Землетруси. Механізм виникнення землетрусів і зони напружень. Енергія землетрусів. Шкала магнетуд. Про генезис землетрусів. Теорія пружного відгуку. Типи рухів земної кори під час землетрусів. Теорія розсіяння акустичних, сейсмічних та електромагнетних хвиль. Сейсмічні середовища. Кореляція відбитих хвиль. Основи сейсмології. Сейсмічні дослідження земної кори. Основи геометричної сейсміки. Принцип Гюйгенса. Принцип Ферма. Закон заломлення-відбивання. Годограф і його властивості. Годографи відбитих хвиль. Поширення та спостереження сейсмічних хвиль. Об'ємні і поверхневі сейсмічні хвилі. Поширення об'ємних хвиль. Хвилеводи. Принципи використання об'ємних хвиль для вивчення внутрішньої будови Землі. Внутрішня будова Землі за даними спостережень об'ємних хвиль. Земна кора. Головні структурні елементи земної кори. Поверхня Мохоровичича. Мантия. Ядро.	Лекція 2	Лабор 2
12-13	МАГНІТНЕ ПОЛЕ ЗЕМЛІ ТА ПЛАНЕТ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ. Магнетне поле Землі. Походження магнетних полів Землі та небесних тіл. Опис магнетного поля Землі. Рівняння електромагнетного поля. Елементи земного магнетизму. Розподіл елементів земного магнетизму. Складові магнетного поля Землі. Розділення магнетного поля на внутрішнє, зовнішнє і вихрове. Графічне зображення магнетного поля Землі. Магнетні карти. Палеомагнетизм. Природа земного магнетизму. Фізичні теорії головного магнетного поля Землі. Перші і сучасні гіпотези походження магнетного поля Землі.	Лекція 4	Лабор 4

	<p>Магнетне поле Землі як поле однорідної намагніченої сфери. Уявлення магнетного потенціалу Землі і його похідних у вигляді ряду. Ядро Землі як джерело магнетного поля. Аналітичні уявлення магнетного поля Землі. Теорія гідромагнетного динамо і земний магнетизм. Математична теорія динамoeфекту. Рух магнетного полюса. Загальні відомості і класифікація магнетних варіацій. Магнетні варіації. Періодичні магнетні варіації. Рух Сонячної плазми. Взаємодія сонячного випромінювання із магнетним полем Землі. Магнетний екран Землі. Магнетосфера Землі. Квантово-механічні явища. Полярні сйва.</p>		
14	<p>ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ ЗЕМЛІ. Атмосферна електрика. Грози. Блискавки. Причини іонізації атмосфери. Струми в газах та рідинах. Іоносфера та її властивості. Електропровідність іоносфери. Електричні явища в корі та мантиї Землі. Струми в корі та мантиї Землі. Електромагнітні властивості гірських порід. Питомий електричний опір. Діелектрична і магнітна проникність. Принципи виміру постійного електричного і перемінного електромагнітного поля.</p>	Лекція	Лабор
15	<p>ОСНОВИ ЯДЕРНОЇ ГЕОФІЗИКИ. Фізичні і технічні основи ядерної геофізики, ядерно-геофізичні методи і їхнє застосування при пошуках, розвідці й експлуатації корисних копалин. Радіометричні, гама- і рентгенівські, нейтронні й активаційні методи. Області застосування ядерної геофізики.</p>	Лекція 2	Лабор 2
16	<p>ТЕПЛОВЕ ПОЛЕ ЗЕМЛІ. ГЕОТЕРМІЯ. Теплове поле Землі і його джерела (глобальні і локальні). Геотермічні параметри, що характеризують теплові властивості гірських порід і корисних копалин. Тепловий потік і його варіації. Методи і засоби вивчення теплового поля. Спостереження в повітрі, на денній поверхні, у гірських виробленнях.</p>	Лекція 2	Лабор 2