

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



О.Гайовський

Силабус з навчальної дисципліни
«Комп'ютерне моделювання геологічних процесів»,
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»

| | |
|--|--|
| Назва дисципліни | Комп'ютерне моделювання геологічних процесів |
| 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 " Комп'ютерне моделювання геологічних процесів " є нормативна дисципліна зі спеціальності 103 Науки про Землю для освітньої програми Геологія. Комп'ютерні технології в науках про Землю, яка викладається в 5 семестрі в обсязі 3,5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS) |
| Коротка анотація дисципліни | Дисципліна " Комп'ютерне моделювання геологічних процесів " є базовою у формуванні сучасних представлень про фізичні процеси, що протікають у надрах Землі, фізичних основ теоретичних та прикладних геофізичних методів досліджень земної кори - геофізики та фізичних принципів комп'ютерного моделювання геологічних процесів та геотехнологій. В процесі вивчення даного курсу студент послідовно знайомиться з фізичними та геологічними основами методів, методикою польових спостережень, обробкою та інтерпретацією матеріалів. геологічного картування та пошуків різноманітних геологічних структур та нафтогазоносних пасток на основі підходів комп'ютерного моделювання в середовищі геоінформаційних технологій . |
| Мета та цілі дисципліни | Метою вивчення дисципліни є отримання фундаментальних знань з геофізичних методів пошуку та розвідки як для виконання фахових завдань так і використання у комплексі з іншими геологічними та комп'ютерного моделювання методами для вирішення завдань польових геофізичних та геологічних досліджень. |
| Література для вивчення дисципліни | Основна і допоміжна література: 1. Фурман В.В., Д. Малицький, та інші. Фокальні механізми |

| | |
|--|---|
| | <p>сейсмічних подій на Марсі. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. – 2023. – 103(4), 12стор</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 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. 3. 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. 4. V. Fourman , Y. Vikhot, Problems of Modeling the geophysical characteristics of the Earth’s Climate. 5thInternational Conference on Engineering, Natural and Social Sciences, Konya, Turkey, July10-12, 2023 – Konya, 2023. – P. 130. 5. 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. 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., Вишва 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. Вишва 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.: Видавничополіграфічнийцен тр «Київський університет», 2006. – 446 с. 15. Розловська, С. Є. Сейсморозвідка [Текст] : конспект лекцій. Ч. 1 / С. Є. Розловська. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2021. – 146 |
|--|---|

| | |
|--------------------------------------|---|
| | <p>с. http://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=467233</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</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. http://search.library.nung.edu.ua/DocDescription?doc_id=472292</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> |
| Обсяг курсу | Загальна кількість годин – 105 лекції – 32 год, лабораторні заняття – 32 год., самостійна робота – 41 год. |
| Очікувані результати навчання | У результаті вивчення даної дисципліни студент повинний: знати: методи вивчення внутрішньої будівлі Землі і її зовнішніх полів; методи побудови моделей Землі; фізичні характеристики і фізичні процеси; їхній зв'язок з геотектонікою і геодинамікою; методи вибору й обґрунтування раціонального комплексу геофізичних методів з комп'ютерним моделюванням геологічних процесів при рішенні різних геологічних задач; практичне використання геологічних і геофізичних методів при рішенні завдань у комп'ютерному моделюванні геологічних |

процесів з використанням польового геофізичного устаткування для оцифрування геофізичних даних.

мати представлення:

- про фізико-математичні основи методів геофізичних досліджень, правила й умови виконання геофізичних робіт;

уміти застосовувати на практиці методи комп'ютерного моделювання геологічних процесів на основі геофізичних досліджень.

Загальні компетентності

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні (фахові) компетентності:

ФК 2. Здатність застосовувати базові знання фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні Землі та її геосфер..

ФК 4. Здатність застосовувати кількісні методи при дослідженні геосфер.

ФК 6. Здатність інтегрувати польові та лабораторні спостереження з теорією у послідовності: від спостереження до розпізнавання, синтезу і моделювання.

ФК 7. Здатність проводити моніторинг природних процесів.

ФК 12. Знання та розуміння принципів, методів і алгоритмів комп'ютерної графіки.

ФК 13. Здатність до побудови комбінованих зображень за допомогою сучасного програмного забезпечення.

Програмні результати навчання:

ПР01. Збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області наук про Землю.

ПР04. Використовувати інформаційні технології, картографічні та геоінформаційні моделі в області наук про Землю..

ПР07. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні природних процесів формування і розвитку геосфер.

ПР08. Обґрунтовувати вибір та використовувати польові та лабораторні методи для аналізу природних та антропогенних систем і об'єктів.

ПР09. Вміти виконувати дослідження геосфер за допомогою кількісних методів аналізу.

ПР10. ПР10. Аналізувати склад і будову геосфер (у відповідності до

| | |
|--|--|
| | <p>спеціалізації) на різних просторово-часових масштабах.</p> <p>ПР11. Впорядковувати і узагальнювати матеріали польових та лабораторних досліджень.</p> <p>ПР12. Знати і застосовувати теорії, парадигми, концепції та принципи в науках про Землю відповідно до спеціалізації.</p> <p>ПР14. Брати участь у розробці проектів і практичних рекомендацій в галузі наук про Землю.</p> <p>ПР16 Уміти працювати в графічних редакторах растрової та векторної графіки, вирішувати завдання по створенню та опрацюванню цифрових зображень в найпопулярніших графічних редакторах</p> <p>ПР17 Уміти добирати програмне забезпечення для створення графічних побудов, які візуалізують інформаційні об'єкти різного типу та представляти їх засобами мультимедійних презентацій та в мережі Інтернет, а також створювати бази даних геологічної інформації..</p> <p>В результаті вивчення навчальної дисципліни студент буде вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> • аналізувати результати геофізичних спостережень та проводити комп'ютерне моделювання геологічних процесів • формувати комплекси геофізичних досліджень на основі застосування сучасних засобів прикладних програм комп'ютерного моделювання конкретних фізико-геологічних моделей • аналізувати якість геофізичної інформації; |
| Ключові слова | Фізика Землі, фізичні поля Землі, методи вимірювання фізичних полів Землі, комп'ютерне моделювання геологічних процесів |
| Формат курсу | Очний |
| Підсумковий контроль, форма | Іспит |
| Завдання для самостійної роботи | Завдання розміщені в посібниках у списку літератури |
| Теми | Подано нижче у табличній формі СХЕМА КУРСУ* |
| Пререквізити | Для вивчення курсу студенти мають мати базові знання із основ фізики Землі, загальної геології, вищої математики, інформатики. |
| Навчальні методи та техніки, що використовуються під час викладання курсу | <p>Презентації, лекції, дискусія.</p> <p>Бесіди з обговорення проблем, практичні роботи.</p> <p>Тестування у системі Moodle.</p> <p>Консультації.</p> <p>Організація самостійної роботи, самоконтроль.</p> |
| Необхідне обладнання | Персональний комп'ютер або ноутбук, загальнонавчівані (Microsoft PowerPoint) та спеціалізовані комп'ютерні програми, проектор. |
| Критерії | Академічна доброчесність: Списування, втручання в роботу інших студентів – |

**оцінювання
(окремо для
кожного виду
навчальної
діяльності)**

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.

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.

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.

Політика виставлення балів.

Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:

I. ПУ:

участь і виконання завдань на лабораторних заняттях (16 x 2,5 бали = 40 балів)

самостійна робота (10 балів), яка включає підсумкове індивідуальне завдання із виконанням тестів із переліку самостійних завдань.

II. Екзамен:

Екзамен – 50 балів

| № з/п | Види робіт. Критерії оцінювання знань студентів | Максимальна кількість балів |
|--|--|-----------------------------------|
| I. ПУ | | |
| 1. Бали поточної успішності за участь у лабораторних заняттях | | |
| Критерії оцінювання | | 2,5 балів |
| студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та під час письмових завдань з використанням програмного забезпечення, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, використовуючи при цьому рекомендовану літературу та вказує електронні джерела, вільно володіє фізичними представленнями про геологію природніх процесів. | | 2,5 |
| студент володіє навчальним матеріалом викладає його | | 2 |

| | | | |
|---|--|--------------------------|--|
| | основний зміст під час усних виступів та виконання письмових завдань, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, без використання необхідної літератури допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. | | |
| | студент частково володіє навчальним матеріалом, не в змозі викласти зміст більшості питань теми під час усних виступів та не виконує завдання, допускаючи при цьому суттєві помилки. | 1 | |
| | студент не володіє ні матеріалом, ні основами знань петрофізичних характеристик порід | 0 | |
| | Максимальна кількість балів за участь у 16 лабораторних заняттях | 40 балів | |
| 2. Самостійна робота студентів (СРС) | | | |
| | Критерії оцінювання | 10 балів | |
| | Завдання виконано та захищено згідно з графіком, з поясненнями та висновками і в повному обсязі | 10 | |
| | завдання захищено, але виконано частково, з порушенням вимог | 8 | |
| | завдання виконано частково, з порушенням вимог | 4 | |
| | завдання не захищено та виконано на початковому етапі та ще й з порушенням вимог | 1 | |
| | завдання не виконано | 0 | |
| II. ЕКЗАМЕН | | | |
| | 3. Екзамен | 50 балів | |
| | Критерії оцінювання | 50 балів | |
| | Кожен екзаменаційний білет складається із завдань трьох рівнів складності. 1. Перший рівень – тест (3 завдань по 5 балів максимум). Кожне тестове завдання вибрано із списку для самостійного опрацювання | 15 балів максимум | |

| | | | |
|--|---|--------------------------|--|
| | <p>2. Другий рівень – завдання з короткою відповіддю (3 питання по 5 бали максимум). Завдання з короткою відповіддю вважається виконаним правильно, якщо студент дав коректні визначення понять, навів правильні практичні приклади та способи застосування.</p> | 15 балів максимум | |
| | <p>3. Третій рівень – завдання з розгорнутою відповіддю (2 завдання по 10 балів максимум). У відповіді оцінюється повнота, послідовність і логічність викладу, наявність прикладів, що ілюструють і підтверджують володіння та застосування теоретичних знань для вирішення конкретних завдань. Високо оцінюється відповідь на відповідних прикладах у геофізичному трактуванні геологічних процесів</p> | 20 балів максимум | |
| | Максимальна кількість балів за іспит | 50 балів | |
| | Поточний контроль та іспит | РАЗОМ – 100 балів | |
| Питання до іспиту | Зразки тестів на іспит розміщені в посібниках у списку літератури | | |
| 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 «Комп'ютерне моделювання геологічних процесів»

| Тиждень | Тема, короткі тези | Форма діяльності К-сть год | |
|---------|---|-------------------------------|---------|
| | | | |
| 1-2 | Зміст курсу, його зв'язок із суміжними дисциплінами. Загальний огляд та класифікація методів моделювання геологічних структур, збір інформації методами польової геофізики та їх оцифрування. Прямі і зворотні задачі геофізики. Економічна ефективність геофізичних досліджень із використанням комп'ютерного моделювання геологічних процесів та геотехнологій для пошуків і розвідки родовищ корисних копалин. | Лекція 4 | Лабор 4 |
| 3-4 | Основи теорії гравірозвідки. Комп'ютерне моделювання гравіметричних даних спостережень. Методика пошуку та розвідки геологічних структур корисних копалин за гравіметричною комп'ютерною томографією. | Лекція 4 | Лабор 4 |

| | | | |
|-------|---|----------|---------|
| 5-6 | ПЕТРОФІЗИКА. Гірські породи, їх моделі в петрофізиці, колекторські властивості гірських порід, густина, щільність, магнітні, електричні, пружні, теплові і ядерно-фізичні властивості гірських порід. Взаємозв'язок фізичних властивостей гірських порід. Моделювання комп'ютерних баз даних геологічних структур та порід за геофізичними даними. | Лекція 4 | Лабор 4 |
| 7-8 | Комп'ютерне моделювання даних спостережень електророзвідки. Апаратура й устаткування для збору геофізичної інформації електророзвідки. Моделювання комп'ютерних баз даних геологічних структур та порід за геофізичними даними для пошуку та розвідки корисних копалин методами електророзвідки | Лекція 4 | Лабор 4 |
| 9-10 | Магніторозвідка. Характеристика і розвиток методу. Магнітні властивості руд і гірських порід. Основи методу магнітної розвідки. | Лекція 4 | Лабор 4 |
| 10-12 | Інтерпретація результатів магнітної зйомки. Застосування магнітної розвідки для моделювання компютерних баз даних геологічних структур, порід для пошуку та розвідка корисних копалин з використанням систем обробки та інтерпретації даних магніторозвідки на ЕОМ | Лекція 4 | Лабор 4 |
| 13 | Фізичні і геологічні основи сейморозвідки. Основи геометричної сейсміки. Годографи прямої та відбитої хвиль, ЗГТ, заломленої хвилі. Вертикальні годографи сейсмічних хвиль. | Лекція 2 | Лабор 4 |
| 14-15 | Системи сейсмічних спостережень. Виконання польових сейморозвідувальних робіт. Автоматизовані системи обробки та інтерпретації даних сейморозвідки на ЕОМ. Методики створення систем сейсмічної томографії глибинних структур Землі. | Лекція 4 | Лабор 4 |
| 16 | Автоматизовані системи обробки та інтерпретації даних промислової геофізики на ЕОМ та геологічна інтерпретація даних промислової геофізики в автоматизованих системах | Лекція 2 | Лабор 2 |