

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ГРАВІРОЗВІДКА»



Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Освітня програма	Геологія
Тривалість викладання	5 та 6 семестри
Заняття:	
лекції:	2 години
практичні заняття:	1 година
Мова викладання	українська

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»: <http://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=3739>

Кафедра, що викладає: Геофізичних методів розвідки



Викладач:

Довбніч Михайло Михайлович

доцент, доктор геол. наук, завідувач кафедри

Персональна сторінка

http://gmr.nmu.org.ua/ua/staff_all/DMM.php

E-mail:

dovbnich.m.m@nmu.one

1. Анотація до курсу

Гравірознавство – один з методів розвідувальної геофізики, якій застосовується на всіх етапах геологічних досліджень - від регіонального вивчення товщі земної кори в цілому до детальних досліджень при розвідці різноманітних корисних копалин та при інженерно-геологічних роботах. Гравірознавство базується на вивченні диференціації гірських порід за щільністю за допомогою аналізу спостережених значень сили тяжіння на площі дослідження.

2. Мета та завдання курсу

Мета дисципліни – формування у майбутніх фахівців умінь та компетенцій щодо методів спостережень елементів гравітаційного поля Землі, обробки результатів спостережень та інтерпретації гравітаційних аномалій в конкретних фізико-геологічних умовах.

Завдання курсу:

- засвоїти фізико-математичні основи гравірознавства;
- ознайомити з будовою і роботою сучасної гравіметричної апаратури;
- пояснити підходи до вирішення прямих і зворотних задач;

- набуття студентами необхідних методологічних знань з прийомів якісної і кількісної інтерпретації;
- ознайомити студентів з методологічними аспектами інтерпретації гравітаційних аномалій при дослідженні геологічного середовища;
- засвоєння студентами базових знань із областей застосування гравірознавства.

3. Результати навчання

- Понімати теоретичні (фізико-математичні) основи геофізичного методу гравірознавства та особливості його застосування при геологічних дослідженнях.
- Знати загальні фізичні основи приладів для виміру елементів гравітаційного поля.
- Орієнтуватися в методиках та техніці виконання гравіметричних зйомок.
- Виконувати обробку польових і лабораторних гравіметричних спостережень та представляти результати.
- Мати уяву про цілі, підходи до проєктування та виконання гравіметричних зйомок.
- Розуміти сучасну методологію аналізу (інтерпретації) гравітаційних аномальних полів з метою геологічного вивчення території.
- Знати та застосовувати основні методи інтерпретації гравітаційних аномалій.
- Знати практичні можливості методу гравірознавства при вирішенні конкретних геологічних та інженерно-геологічних задач.

4. Структура курсу

ПЕРША ЧАСТИНА (СЕМЕСТР) ЛЕКЦІЇ

1 Теоретичні основи гравірознавства

1.1 Гравітаційне поле Землі

Закон всесвітнього тяжіння. Поняття напруженості поля. Напруженість поля об'ємних, поверхневих і лінійних мас. Потенційна функція. Потенціал поля об'ємних, поверхневих і лінійних мас. Відцентрова сила та її потенціал. Сила тяжіння і її потенціал. Другі похідні потенціалу, їх фізичний зміст

1.2 Нормальне поле сили тяжіння

Потенціал сили тяжіння в сферичних координатах. Фігура Землі, геоїд, сила тяжіння на геоїде. Теорема Клеро. Формули нормальної сили тяжіння

1.3 Редукції й аномалії сили тяжіння

Аномальне гравітаційне поле Землі. Основні редукції сили тяжіння. Поправка за висоту. Аномалія у вільному повітрі. Поправка за проміжний шар. Поправка Буге. Аномалія Буге. Визначення щільності проміжного шару. Метод Нетельтона. Стандартизація щільності проміжного шару. Особливості редукування вимірів сили тяжіння на море та у підземних виробітках. Поправка за вплив рельєфу місцевості. Обчислення поправок за рельєф

2 Апаратура та техніка виміру елементів гравітаційного поля

2.1 Основні методи виміру сили тяжіння

Абсолютні виміри сили тяжіння маятниками та балістичним методом. Відносні виміри сили тяжіння маятниками і струнними гравіметрами. Статичні відносні методи виміру сили тяжіння на основі пружинних ваг. Основне рівняння пружинних ваг. Неастровані та астровані системи пружинних ваг

2.2 Устрій гравіметрів

Польові гравіметри (кварцові та металеві). Телекеровані гравіметри (донні та свердловинні)

2.3 Вимір сили тяжіння в русі

Основні труднощі виміру сили тяжіння на підставі, що рухається. Поправка Етвеша. Устрій морських набортних гравіметрів та аерогравіметрів

2.4 Испит і регулювання наземних гравіметрів

Підготовка гравіметра до роботи. Еталонування гравіметрів

2.5 Вимір градієнтів сили тяжіння

Вимір горизонтальних градієнтів сили тяжіння гравітаційним варіометром і градієнтметром. Вимір вертикального градієнта сили тяжіння

3 Методика і техніка гравіметричних зйомок

3.1 Види гравіметричних зйомок

Основні інструктивні вимоги до параметрів гравіметричних зйомок (масштаб зйомки, густина сітки спостереження, точність зйомки, перетин ізонамал карт). Залежність густоти мережі і точності гравіметричних спостережень від геологічних задач і масштабу зйомки. Етапи виконання гравіметричних спостережень на ділянці робіт

3.2 Створення мережі опорних гравіметричних пунктів

Необхідність створення опорної сітки. Світова та державні опорні мережі гравіметричних пунктів. Польові опорні гравіметричні мережі. Методика спостережень на опорній гравіметричній мережі (центральна, полігональна, двоступенева)

3.3 Спостереження з гравіметрами на рядовій мережі

Методика і техніка спостережень з гравіметром на рядовій мережі. Контроль якості вимірювань на пунктах рядової мережі. Особливості виконання гравіметричної зйомки на морі з донними і морськими набортними гравіметрами

4 Обробка та представлення результатів гравіметричних спостережень

4.1 Обробка вимірів на опорній мережі

Облік зсуву нуля-пункту по повторних вимірах. Оцінка точності вимірів у рейсі. Вирівнювання опорної мережі. Оцінка точності опорної мережі, що вирівняна

4.2 Обробка вимірів на рядовій мережі

Облік зсуву нуля-пункту в ланці рейсу. Обчислення гравітаційних аномалій. Оцінка точності аномальних значень сили тяжіння. Звітні матеріали щодо рядової зйомки

4.3 Проектування гравіметричних зйомок

Цілі проектування гравіметричних зйомок. Параметри гравіметричної зйомки, що проектується та методика їх розрахунку. Топографо-геодезичні роботи при гравіметричній зйомці. Зміст проекту гравіметричних робіт

ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

ГР-1 Вивчення устрою гравіметрів, їх регулювання і виміри сили тяжіння

ГР-2 Еталонування гравіметра

ГР-3 Обробка спостережень із гравіметрами

ГР-4 Вирівнювання опорних гравіметричних сіток

ГР-5 Обчислення аномалій. Складання каталогу. Побудова карт ізонамал

ДРУГА ЧАСТИНА (СЕМЕСТР)

ЛЕКЦІЇ

5 Методологія інтерпретації гравітаційних аномалій

5.1 Вихідні представлення елементів гравітаційного поля

Інтегральні представлення поля тримірних та двомірних мас. Комплексна напруженість поля двомірних мас. Представлення поля у виді перетворення Фур'є. Представлення поля рядами

5.2 Еквівалентність, єдиничність і коректність у зворотних задачах гравірознавства

Прості еквівалентні розподіли мас. Еквівалентні структурні розподіли мас. Лема Пуанкаре про вимітання мас. Епсилон-еквівалентні розподіли мас. Теорема єдиничності у зворотних задачах гравірознавства

5.3 Ідеї (принципи), використовувані в інтерпретації гравітаційних аномалій

Ідея модельності. Ідея параметризації. Ідея оптимальності. Ідея системності. Метод інтерпретаційної моделі. Загальна схема інтерпретаційного процесу

6 Рішення прямої задачі гравірознавства

6.1 Аналітичні вирази елементів поля для найпростіших моделей мас: куля, матеріальний стрижень, круговий циліндр, пластина

6.2 Обчислення елементів гравітаційного поля для окремих випадків багатогранника: вертикальна ступінь, прямокутний паралелепіпед, двомірні маси полігонального перетину, багатогранник загального виду

6.3 Обчислення елементів поля складних розподілів мас апроксимаційним способом

Апроксимації мас і полів при рішенні прямої задачі гравірознавства. Обчислення поля тримірних мас способом Тальвані і Юїнга. Поле вертикальної піраміди. Поле горизонтальної піраміди. Апроксимація шаруватого середовища

7 Трансформації гравітаційних аномалій

7.1 Основні задачі і типи трансформації аномалій

Розв'язувані геологічні задачі та основні типи трансформації аномалій. Необхідність поділу аномального поля. Регіональний фон та локальні аномалії. Згладжуванні і залишкові аномалії

7.2 Згладжування аномалій з метою фільтрації спостережень

Згладжування аномалій шляхом осереднення. Фізичний зміст залишкових аномалій. Згладжування аномалій шляхом апроксимації їх поліномами і раціональними функціями

7.3 Аналітичне продовження поля в задачах трансформації

Формулювання граничних задач Дірихле і Неймана. Продовження двомірних і тримірних полів у верхній півпростір на основі рішення граничної задачі Дірихле. Фізичний зміст продовжених і залишкових аномалій. Схеми продовження поля в нижній півпростір. Особливі точки продовженого поля та їх зв'язок з формою мас, що обурюють

7.4 Обчислення похідних гравітаційних аномалій

Застосування похідних при локалізації джерел аномалій. Методи обчислення похідних. Метод δ -функції Андрєєва. Метод Саксова і Нігарда

8 Методи рішення зворотної задачі гравірознавства

8.1 Значення найпростіших моделей для теорії і практики інтерпретації гравітаційних аномалій

Метод характерних крапок оцінки параметрів мас. Інтегральний метод оцінки

параметрів моделей

8.2 Інтерпретація полів складних моделей мас

Метод підбора складних розподілів мас. Критерії підбора. Оптимізація рішення зворотної задачі. Лінійна щодо щільності зворотна задача гравірозвідки. Лінеаризована зворотна задача для контактної поверхні. Метод геологічного редукування

9 Застосування методу гравірозвідки при вирішенні геологічних задач

9.1 Гравітаційний метод у регіональних дослідженнях

Тектонічне районування території. Ізостазія й ізостатичні гіпотези. Вивчення глибинної будівлі земної кори і верхньої мантії. Підбор складних щільнісних моделей земної кори на геотраверсах

9.2 Гравітаційний метод при пошуках і розвідці корисних копалин

Застосування при геологічному картуванні. Пошуки і розвідка рудних родовищ. Пошуки і розвідка нафтогазових структур в осадовій товщі

9.3 Гравітаційний метод при рішенні інженерно-геологічних задач

Застосування при проектуванні трас і великих будівельних споруджень. Застосування в шахтах при пошуку сліпих рудних тіл. Застосування в шахтах для рішення гірничотехнічних задач. Застосування при вивченні зсувів і інших інженерно-геологічних задач

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

ГР-6 Обчислення елементів гравітаційного поля для стандартних і нестандартних розподілів мас

ГР-7 Фізичний зміст осереднення гравітаційних аномалій

ГР-8 Аналітичне продовження елементів гравітаційного поля

ГР-9 Обчислення похідних гравітаційних аномалій

ГР-10 Оцінка маси і координат центра тяжіння інтегральним методом

ГР-11 Лінійна щодо щільності зворотна задача гравірозвідки

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

№ роботи (шифр)	Назва роботи	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, що застосовуються при проведенні роботи
ГР-1	Вивчення устрою гравіметрів, їх регулювання і виміри сили тяжіння	Кварцовий гравіметр Excel
ГР-2	Еталонування гравіметра	Кварцовий гравіметр «Екзаменатор» Excel
ГР-3	Обробка спостережень із гравіметрами	Excel
ГР-4	Вирівнювання опорних гравіметричних сіток	Excel Спеціальні обчислювальні програми
ГР-5	Обчислення аномалій. Складання каталогу. Побудова карт ізоаномал	Excel Спеціальні обчислювальні програми
ГР-6	Обчислення елементів гравітаційного поля для	Excel Спеціальні обчислювальні програми

№ роботи (шифр)	Назва роботи	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, що застосовуються при проведенні роботи
	стандартних і нестандартних розподілів мас	
ГР-7	Фізичний зміст осереднення гравітаційних аномалій	Excel
ГР-8	Аналітичне продовження елементів гравітаційного поля	Excel Спеціальні обчислювальні програми
ГР-9	Обчислення похідних гравітаційних аномалій	Excel
ГР-10	Оцінка маси і координат центра тяжіння інтегральним методом	Excel
ГР-11	Лінійна щодо щільності зворотна задача гравірознавства	Excel Спеціальні обчислювальні програми

6. Система оцінювання та вимоги

6.1 Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6.2 Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та самостійної роботи складатиме не менше 60 балів.

Максимальне оцінювання:

Теоретична частина	Практична частина		Разом
	При своєчасному складанні	При несвоєчасному складанні	
60	40	24	100

Практичні та лабораторні роботи приймаються за контрольними запитаннями до кожної з роботи.

Теоретична частина оцінюється за результатами задачі двох контрольних робіт, які містять по 6 теоретичних та практичних запитань.

6.3 Критерії оцінювання контрольних робіт

Правильна відповідь оцінюється до 5 балів, причому:

- **5 балів** – відповідність еталону, з одиницями виміру;

- **4 бали** – відповідність еталону, без одиниць виміру або помилками в розрахунках;
- **3 бали** – незначні помилки у формулах, без одиниць виміру;
- **2 бали** – присутні суттєві помилки у рішенні;
- **1 бал** – наведені формули повністю не відповідають еталону;
- **0 балів** – рішення не наведене.

6.4 Критерії оцінювання практичних та лабораторних работ

За кожен практичну та лабораторну роботу здобувач вищої освіти отримує до 5 балів (за 4 та 6 роботи до 10 балів). Кількість вірних відповідей визначають кількість отриманих балів.

7. Політика курсу

7.1 Політика щодо академічної доброчесності

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf.

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

7.2 Комунікаційна політика

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

7.3 Політика щодо перескладання

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

7.4 Політика щодо оскарження оцінювання

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

7.5 Відвідування занять

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

8. Рекомендовані джерела інформації

1. Анікеєв, С. Г. Гравірозвідка : підруч. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2016. 173 с.
2. Анікеєв С. Г. Гравімагніторозвідка при пошуках нафтогазових родовищ : підруч. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2016. 218 с.
3. Анікеєв, С. Г., Степанюк В. П. Гравірозвідка і магніторозвідка : навч. посіб. 2-е вид. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2008. 242 с.