

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГЕОФІЗИКИ ім. С.І. СУББОТІНА**

СХВАЛЕНО

Вченою радою Інституту геофізики
ім. С.І. Субботіна НАН України
«20» грудня_2021 р.
Протокол № 15

ЗАТВЕРДЖЕНО

Директор Інституту геофізики
ім. С.І. Субботіна НАН України
Віталій СТАРОСТЕНКО
«20» грудня_2021 р.



Голова вченої ради

Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України

академік НАН України

В. Ситаросієнко

Віталій СТАРОСТЕНКО

УДК 550.37

Бурахович Т.К.

Електромагнітне поле Землі.

(назва навчальної дисципліни)

ПРОГРАМА

навчальної дисципліни для

третього (освітньо-наукового) рівня, доктор філософії (PhD)

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

Кількість кредитів Європейської кредитної трансферно-накопичувальної
системи (ЄКТС): 2 кредити - 60 годин

за спеціальністю:

103 Науки про Землю

Київ 2021

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:

Інститутом геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України
(повне найменування вищого навчального закладу)

Робочу програму схвалено та затверджено на засіданні Вченої ради Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України (протокол № 15 від «20» грудня_2021 р.)

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Бурахович Тетяна Константинівна – доктор геологічних наук, професор, головний науковий співробітник відділу глибинних процесів Землі і гравіметрії Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України.

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

"Електромагнітне поле Землі"

(за вимогами ECTS)

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо – кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни, денна форма навчання
Кількість кредитів - 2	Галузь знань <u>10-Природничі науки</u>	Нормативна
Загальна кількість годин для денної форми навчання – 60	Спеціальність 103-Науки про Землю	Рік підготовки
		2
		Семестр
		3
	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Доктор філософії	Лекцій 22 годин
		Практичні заняття 15 годин
		Семінари 13 годин
		Самостійна робота 10 годин
		Вид контролю: іспит

Мета: забезпечити формування знань з теорії та можливостей методів дослідження геоелектричних параметрів глибинних шарів Землі, здійснення вимірювальних робіт, виконання обробки та аналізу спостережених даних, ознайомлення з сучасними методами дослідження геоелектричних параметрів глибинних верств Землі – земної кори, верхньої та нижньої мантії, астеносфери та їх зв'язок з геологічною будовою та тектонічними процесами, що протікали та протікають в надрах Землі; з фізико-математичними основами електромагнітних методів; загальними принципами будови апаратури та методики проведення польових робіт; підходами до розв'язку прямих та зворотних задач; прийомами якісної та кількісної інтерпретації; областями застосування геоелектричних методів; основними геолого-геоелектричними критеріями при пошуках та розвідці родовищ корисних копалин, вивченням сейсмічної небезпеки; сприяти поширенню глибинної геоелектрики у повсякденній професійній та соціальній діяльності. В рамках цього курсу будуть також показані основні результати, що отримані за останні роки в результаті геоелектричних досліджень в різних регіонах Землі.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є електромагнітні методи дослідження геоелектричних параметрів глибинних верств Землі – земної кори, верхньої та нижньої мантії, астеносфери та їх зв'язок з геологічною будовою та тектонічними процесами, що протікали та протікають в надрах Землі. До розгляду включено основні результати, що отримані за останні роки в результаті геоелектричних досліджень в різних

регіонах нашої планети.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни є: ознайомлення з термінологічним апаратом геоелектрики; оволодіння новітніми теоретичними фізико-математичними основами електромагнітних методів, сучасними методичними та апаратурними технологіями, принципи роботи низькочастотної магнітотелуричної станції та методики проведення польових робіт, програмними комплексами обробки даних та інтерпретаційними методиками.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен

знати:

- фізико-математичні основи усіх базових геоелектричних методів;
- загальні принципи будови апаратури та методики проведення польових робіт;
- підходи до розв'язку прямих та зворотних задач геофізики;
- основи комплексування геоелектричних методів при пошуках та розвідці родовищ корисних копалин, моніторингу геологічного середовища;

вміти:

- працювати з геоелектричними приладами, що вивчалися;
- володіти методикою проведення експериментальних робіт;
- вміти розраховувати аномальні поля та будувати тривимірні геоелектричні моделі; виконувати якісну та кількісну інтерпретацію експериментальних геоелектричних даних.

Відповідно до вимог Національної рамки кваліфікацій дев'ятого рівня освіти дисципліна забезпечує набуття аспірантами таких **компетентностей**.

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК. Здатність визначати та розв'язувати комплексні науково-прикладні геолого-геофізичні задачі (проблеми) з генеруванням нових знань та / або інноваційних прикладних рішень, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань, оволодіння методологією наукової та науково-педагогічної діяльності, проведення самостійного наукового дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК01. Комунікативні навички. Компетентність у використанні іноземної мови. Здатність до ефективної комунікації та до представлення складної комплексної інформації у стислій формі усно та письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології та відповідні технічні терміни. Здатність розуміння іншомовних професійних текстів, використання англійської мови для спілкування в міжнародному загальному, науковому і професійному середовищі.

ЗК02. Дослідницька здатність. Компетентність у проведенні наукових досліджень на рівні доктора філософії, прийнятті обґрунтованих рішень, розв'язанні проблем та

вирішенні науково – прикладних завдань. Здатність планувати зміст та управляти часом підготовки дисертаційного дослідження.

ЗК03. Здатність до пошуку та аналізу інформації з різних джерел. Здатність до використання сучасних інформаційних та комунікаційних технологій, комп'ютерних засобів та програм. Здатність працювати з сучасними бібліографічними і реферативними базами даних, а також наукометричними платформами.

ЗК04. Аналіз та синтез. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу на основі логічних аргументів та перевірених фактів, формування системного наукового світогляду та загального культурного кругозору.

ЗК05. Групова робота. Здатність виконувати дослідження в групі під керівництвом лідера, мати навички, що демонструють здатність до врахування строгих вимог дисципліни, планування та управління часом. Здатність передавати і поширювати наукові знання.

ЗК06. Гнучкість мислення. Здатність шукати власні шляхи вирішення проблеми, критично сприймати і аналізувати чужі думки та ідеї, рецензувати публікації й автореферати, проводити критичний аналіз власних матеріалів.

ЗК09. Етичні установки. Дотримання етичних принципів з точки зору професійної чесності та порядності. Здатність працювати самостійно, бути критичним і самокритичним.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)

ФК01. Глибокі знання та розуміння. Здатність на основі теорії, методології, експерименту та його інтерпретації аналізувати проблеми фізики Землі, її будову та процеси, з точки зору фундаментальних загальнонаукових принципів і знань, а також на основі комплексних спеціальних геолого-геофізичних досліджень (сейсмічних, гравіметричних, магнітометричних та електрометричних та інших) з метою прогнозу пошуків родовищ корисних копалин. Компетентність у володінні теоретичними і методологічними основами, міжнародними стандартами та інструментальними засобами у сфері геофізичних методів, планування і управління інноваційними проектами.

ФК02. Розв'язання проблем. Здатність розв'язувати широке коло проблем та задач шляхом розуміння їх фундаментальних основ та використання як теоретичних, так і експериментальних методів, засвоєних за допомогою освітньо-наукової програми.

ФК03. Обчислювальні навички. Здатність використовувати відповідне програмне забезпечення (мови програмування, автоматизовані пакети програм тощо) та великі масиви статистичної інформації для здійснення досліджень та моделювання геолого-геофізичної будови надр Землі.

ФК04. Здатність до навчання. Здатність шляхом самостійного навчання освоїти нові області, використовуючи здобуті фахові знання. Компетентність у технології підготовки наукових публікацій, дисертацій та доповідей у сфері Наук про Землю.

Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми та методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Знати:			
1.1.	мету та актуальність глибинних геоелектричних методів, їх місце серед інших методів геофізики.	Лекції, семінари, самостійна робота	Індивідуальне опитування	5%

	Основні поняття і терміни електромагнітних методів. Регіональні аномалії електропровідності.			
1.2.	фізико-математичні основи електромагнітних методів. Теорію методів МТЗ та МВП. Гальванічні та індукційні спотворення кривих МТЗ. Методи числового моделювання квазістаціонарних електромагнітних полів (2D, квазі-3D, 3D).	Лекції, семінари, самостійна робота	Індивідуальне опитування	10%
1.3.	уявлення про спостереження та обробку електромагнітного поля Землі. Апаратура та обладнання (серія LEMI-417). Методика проведення польових робіт. Обробка даних МТЗ і МВП.	Лекції, семінари, самостійна робота	Індивідуальне опитування	5%
1.4.	природу електропровідності земної кори та верхньої мантії Землі. Електронні та іонні провідники. Проникність та електропровідність гірських порід. Зв'язок електропровідності з геологічними процесами. Електропровідність і плавлення порід мантії. Зв'язок електропровідності мантії з поліморфними переходами. Анізотропія геоелектричних властивостей.	Лекції, семінари, самостійна робота	Індивідуальне опитування	10%
1.5	вивченість території України експериментальними МТ/МВ дослідженнями. Огляд робіт, результат	Лекції, самостійна робота	Індивідуальне опитування	5%

	інтерпретації, параметри неоднорідностей земної кори та верхньої мантії різновікових регіонів України.			
1.6	аномалії електропровідності території України. Глибинні геоелектричні моделі (2D, квазі3D, 3D) земної кори та верхньої мантії, їх геолого-геоелектрична інтерпретація.	Лекції, семінари, самостійна робота	Індивідуальне опитування	10%
1.7	про землетруси платформної частини України, їх можливі зв'язки з аномально провідними структурами. Дослідження геофізичних параметрів літосфери сейсмоактивних і асейсмічних регіонів.	Лекції, семінари, самостійна робота	Індивідуальне опитування	5%
1.8	результати геоелектричних досліджень та прогнозування рудо проявів корисних копалин території України. Геоелектричні критерії. Прогнозування корисних копалин у докембрії на основі створення геолого-геофізичних моделей шовних зон УЩ. Аномалії електропровідності УЩ як зони можливого проявлення глибинних флюїдів.	Лекції, семінари, самостійна робота	Індивідуальне опитування	5%
	Вміти:			
2.1	проводити експериментальні спостереження електромагнітного поля Землі, користуватися апаратурою та обладнанням (серія LEMI-417) та володіти	Практичні заняття, самостійна робота	Індивідуальне опитування	10%

	методикою проведення польових робіт.			
2.2	проводити обробку даних МТЗ і МБП, користуватися системою PRC_MTMV та програмою PTS; виконувати одновимірну інверсію МТ поля у точці спостережень.	Практичні заняття, семінари, самостійна робота	Індивідуальне опитування	10%
2.3	користуватися методикою побудови глибинних геоелектричних моделей (теоретичних та реальних), розраховувати модель за допомогою програми Mtd3fwd.	Практичні заняття, семінари, самостійна робота	Індивідуальне опитування	10%
2.4	використовувати сучасні технології візуалізації отриманих результатів досліджень (у вигляді карт, графіків і т.п.) та проводити їхню якісну та кількісну інтерпретацію	Практичні заняття, самостійна робота	Індивідуальне опитування	5%
	Комунікація:			
3.	представляти результати наукового пошуку у формі усної доповіді/стендової презентації з використанням сучасних технологій, коректно та змістовно вести дискусію	Практичні заняття	Оцінювання практичних завдань/усних доповідей/презентацій	5%
	Автономність та відповідальність:			
4.	виявляти лідерські якості. Здатність працювати самостійно, бути критичним і самокритичним. Дотримання етичних принципів з точки зору професійної чесності та порядності..	самостійна робота	Оцінювання усних доповідей/презентацій	5%

Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання:

Результати навчання дисципліни (код) Програмні результати навчання (назва)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.1	2.2	2.3	2.4	3	4
ПРН01. Знання та розуміння основних понять і термінів, фізико-математичних основ усіх базових геофізичних методів, загальних принципів будови апаратури та методики проведення польових робіт, підходів до розв'язку прямих та зворотних задач геофізики	■	■	■	■										
ПРН02. Знання теорій і методології, розуміння практичного застосування польового та / або лабораторного експерименту, його обробки та різного рівня геолого-геофізичної інтерпретації (від якісної до обчислення та побудови складних теоретичних та реальних моделей геологічного середовища) для широкого класу методів наукових геолого-геофізичних досліджень та вміння їх використовувати на належному рівні.	■	■	■							■	■			
ПРН04. Знання для визначення і вирішення проблемних питань і прийняття обґрунтованих рішень в науках про Землю, в тому числі, в питаннях геофізичних досліджень, геологічної інтерпретації даних геофізичних досліджень та моделювання		■				■					■			

геологічних об'єктів за геофізичними даними.														
ПРН05. Знання сучасних методів дослідження Землі та її геосфер і розуміння їх застосування у виробничій та науково-дослідницькій діяльності дозволяє використовувати геофізичні дослідження для вивчення верхньої частини земної кори та її осадового шару.						■		■	■					
ПРН06. Розуміння ідентифікувати та класифікувати відомі і реєструвати нові об'єкти в складі геосфер, їхні властивості, явища та процеси, їм притаманні.						■	■		■					
ПРН08. Знання та розуміння методів управління безпекою за нормальних умов роботи і під час виникнення надзвичайних ситуацій. Розуміння особистої відповідальності за професійні рішення, які можуть давати інформацію про геологічне середовище							■							■
ПРН09. Знання та розуміння методів розробки і впровадження прикладних розробок.											■		■	
ПРН10. Вміння та навички проводити критичний аналіз різних інформаційних джерел конкретних освітніх, наукових та професійних текстів у сфері обраної спеціальності, виявляти теоретичні та практичні проблеми, а також дискусійні питання у сфері конкретних освітніх, наукових та професійних текстів у галузі Наук про Землю, виявляти, ставити та вирішувати наукові задачі й проблеми.													■	■
ПРН11. Вміти з нових									■	■	■	■		

дослідницьких позицій формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження, усвідомлювати його актуальність, мету і значення для розвитку інших галузей науки, суспільно-політичного, економічного життя.														
ПРН12. Вміння та навички відслідковувати найновіші досягнення у професійній сфері й знаходити наукові джерела, які мають відношення до сфери наукових інтересів здобувача, працювати з різними джерелами, розшукувати, обробляти, аналізувати та синтезувати отриману інформацію (наукові статті, науково-аналітичні матеріали, бази даних тощо).													■	
ПРН13. Вміння та навички визначати актуальні напрями досліджень, виконувати незалежні оригінальні самостійні геофізичні дослідження природних об'єктів і процесів у геосферах в польових і лабораторних умовах, отримувати наукові достовірні та обґрунтовані результати у сфері Наук про Землю.								■	■	■	■	■		
ПРН14. Вміння та навички працювати з геофізичними приладами, організувати бригадну геофізичну зйомку для ефективного вирішення поставленої задачі								■					■	
ПРН15. Вміння та навички організовувати творчу діяльність і процес проведення наукових досліджень, використовувати сучасні інформаційні й								■	■	■				

комунікаційні технології, комп'ютерні засоби та програми при проведенні наукових досліджень, оцінювати й забезпечувати якість виконуваних робіт												■		
ПРН21. Вміння та навички критично сприймати й аналізувати чужі думки та ідеї, шукати власні шляхи вирішення проблеми, проводити критичний аналіз власних матеріалів, генерувати власні нові ідеї, приймати обґрунтовані рішення													■	■
ПРН22. Вміння та навички розробляти і реалізовувати проекти й програми у сфері Наук про Землю.													■	■

Кількість годин, відведених навчальним планом на вивчення дисципліни, становить 60 год., із них 22 год. – лекції, 15 год. – практичні заняття, 13 год. – семінари, 10 год. – самостійна робота. Вивчення аспірантами навчальної дисципліни "Електромагнітне поле Землі" завершується складанням іспиту.

Форми проведення занять: лекції, практичні та семінари. Організація роботи слухачів навчальної дисципліни передбачає формування поняттєво-категоріального масиву інформації з кожної теми, контрольні питання та самостійні завдання, роботу з науково-технічною літературою, а також розв'язання проблемних наукових задач та ситуацій.

Поточний контроль: здійснюється на заняттях через індивідуальне і перехресне усне опитування, бліцопитування; письмові контрольні роботи; практичні, індивідуальні та самостійні завдання; робота з діаграмами, графіками, схемами; розв'язання творчих задач; самоконтроль, тестова форма оцінювання навчальних досягнень аспірантів тощо.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН
(СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ)

з навчальної дисципліни "Електромагнітне поле Землі"

(II курс – 3 семестр)

№	Зміст	Лекції, год.	Практичні, год.	Семінари, год.	Самостійна робота, год.	Разом, год.
1	2	3	4	5	6	7

Змістовий модуль

**Методика числового моделювання магнітотелуричного та магнітоваріаційного
полів. Електромагнітні дослідження України.**

1	2	3	4	5	6	7
1.1.	Тема 1. Мета та актуальність глибинних геоелектричних методів. Регіональні аномалії електропровідності.	2	-	2	1	5
1.2.	Тема 2. Фізико-математичні основи електромагнітних методів	4	4	2	2	12
1.3.	Тема 3. Спостереження та обробка електромагнітного поля Землі	4	6	2	2	14
1.4.	Тема 4. Природа електропровідності земної кори та верхньої мантії Землі	2	-	2	1	5
1.5.	Тема 5. Експериментальні МТ- та МВ-дослідження території України.	2	-	-	1	3
1.6.	Тема 6. Аномалії електропровідності території України	2	3	2	1	8
1.7.	Тема 7. Землетруси платформної частини України, їх можливі зв'язки з аномально провідними структурами.	4	2	1	1	8
1.8.	Тема 8. Результати геоелектричних досліджень методами АМТЗ та МТЗ та прогнозування корисних копалин УЩ.	2	-	2	1	5
Разом		22	15	13	10	60

Методичне забезпечення навчальної дисципліни забезпечують:

опорні конспекти лекцій, бібліотечні посібники зі списку рекомендованої літератури, електронні посібники, мультимедійні презентації, діючі нормативно-правові законодавчі акти України, довідково-інформаційні інтернет - джерела тощо.

ЗМІСТ НОРМАТИВНО-НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ

Методика числового моделювання магнітотелуричного та магнітоваріаційного полів. Електромагнітні дослідження України.

Тема 1. Мета та актуальність глибинних геоелектричних методів.

Суть глибинних геоелектричних методів. Місце глибинних геоелектричних методів серед інших методів геофізики. Основні поняття і терміни геоелектрики. Методи геоелектророзвідки. Електромагнітні методи. Регіональні аномалії електропровідності.

Тема 2. Фізико-математичні основи електромагнітних методів.

Принципова можливість та теорія метода магнітотелуричного зондування. Гальванічні та індукційні спотворення кривих МТЗ. Метод магнітоваріаційного профілювання та його особливості. Методи числового моделювання квазістаціонарних електромагнітних полів. Двовимірне моделювання. Квазітривимірне плівкове моделювання. Тривимірне моделювання. Методика побудови глибинних геоелектричних моделей. Аналіз теоретичних моделей. Моделі середи та програмні комплекси, які забезпечують моделювання магнітоваріаційних полів. Спотворення кривих МТЗ приповерхневими та глибинними гальванічними ефектами. Частотні характеристики аномальних полів геомагнітних варіацій в умовах тривимірної геоелектричної середи. Моделювання магнітотелуричного поля анізотропної середи. Тривимірне теоретичне моделювання глибинних структур. Теоретичні розрахунки тривимірних моделей розподілу питомого електричного опору структур, що містять провідні розломи, що характеризуються поверховим і глибинним закладенням. Чутливість магнітоваріаційного профілювання в умовах різкого обмеження витягнутості провідників. Магнітотелуричні і магнітоваріаційні поля в умовах сильно витягнутих структур, в яких питомий електричний опір змінюється по простяганню.

Тема 3. Спостереження та обробка електромагнітного поля Землі

Апаратура та обладнання для глибинних електромагнітних спостережень на прикладі довгооперіодних цифрових комплексів серії LEMI-417. Методика проведення польових робіт. Обробка даних МТЗ і МВР. Система обробки магнітотелуричних і магнітоваріаційних даних PRC_MTMV. Обробка за допомогою програми PTS. Одновимірна інверсія магнітотелуричного поля у точці спостережень.

Тема 4. Природа електропровідності земної кори та верхньої мантії Землі

Електропровідність земної кори. Електронні провідники. Іонні провідники. Проникність та електропровідність гірських порід. Зв'язок електропровідності з геологічними процесами. Зв'язок інтегральної провідності земної кори із твердими провідниками. Електропровідність мантиї Землі. Електропровідність і плавлення порід мантиї. Зв'язок електропровідності мантиї з поліморфними переходами. Механізми електропровідності земної кори та мантиї. Анізотропія геоелектричних властивостей

Тема 5. Експериментальні МТ- та МВ- дослідження території України

Наведено результати майже піввікових експериментальних магнітотелуричних і магнітоваріаційних досліджень земної кори та верхньої мантиї України. За останні 25 років геофізичні організації геологічних служб України здійснили площадну та профільну зйомку методами МТЗ і МВП по мережі 50×50 км² з деталізацією окремих регіонів (Карпатського та Південного по мережі 25×25 км²) і спостереження на ряді профілів, що відповідають геотраверсам глибинного сейсмічного зондування (ГСЗ) за відстані між пунктами реєстрації 5–25 км. У результаті зйомки отримані комплексні значення імпедансів МТ-поля в діапазоні періодів 0,1–1000 с та індукційні вектори для періодів 150 та 1000 або 2000 с у понад 2500 пунктах. Нині нагромаджений величезний експериментальний матеріал і ці роботи показали, що в геоелектричному аспекті як земна кора, так і верхня мантия на території України є істотно неоднорідними.

Тема 6. Аномалії електропровідності території України

Побудова глибинних моделей (2D, квазі3D, 3D) земної кори та верхньої мантиї України: Карпатський регіон та прилеглі області, західна частина України, центральна частина України (Кіровоградська аномалія та суміжні регіони), східна частина України, Донецький басейн, ДДЗ, Кримський регіон. Геоелектрична “астеносфера” України та суміжних регіонів. Регіональні аномалії високої електропровідності земної кори та верхньої мантиї Землі

Тема 7. Землетруси платформної частини України, їх можливі зв'язки з аномально провідними структурами.

Дослідження геофізичних параметрів літосфери сейсмоактивних и асейсмічних регіонів. Внутрішньоплитові землетруси. Проявлення сейсмічної активності та регіональні аномалії глибинної високої електропровідності в земній корі та верхній мантиї на прикладі Австралії, Північної та Південної Америк, Африці, Євразії, Східноєвропейської платформи. Внутрішньоплитові землетруси та аномалії високої електропровідності платформної території України. Швидкісна будова мантиї під Добруджею. Розподіл

електропровідності в надрах Північної Добруджі та Переддобрузького прогину. Побудова 3D геоелектричної моделі. Тривимірна геоелектрична модель. Прояв сейсмічності на території Північної Добруджі і Переддобрузького прогину. Швидкісна будова мантиї під Кримським півостровом. Розподіл електропровідності в надрах Кримського півострову. Глибинна геоелектрична модель тектоносфери Криму.

Тема 8. Результати геоелектричних досліджень методами АМТЗ та МТЗ та прогнозування корисних копалин УЩ.

Геоелектричні критерії алмазоносності кори та верхньої мантиї Землі. Геоелектричні аномалії та алмазоносність УЩ. Прогнозування корисних копалин у докембрії на основі створення геолого-геофізичних моделей шовних зон УЩ. Тривимірна геоелектрична модель земної кори Кіровоградського рудного району УЩ та корисні копалини. Аномалії електропровідності УЩ як зони можливого проявлення глибинних флюїдів.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота студента полягає у вивченні літературних публікацій (підручників, посібників, наукових та науково-популярних статей, методичних розробок, практикумів тощо), рекомендованих до відповідних тем, як і інших джерел інформації, їх критичному аналізу та узагальненні при підготовці до теоретичних, лабораторних, семінарських занять, виконанні індивідуальних навчально-дослідних завдань, підготовці до поточних модульних опитувань та кінцевого змішаного заліку.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ БІЛЕТИ

Екзаменаційний білет № 1

1. Методи глибинної геоелектрики.
2. Магнітоваріаційні та магнітотелуричні параметри поздовжньо–неоднорідних структур.
3. Аномалії електропровідності Прип'ятського прогину, ДДЗ і Донбасу.

Екзаменаційний білет № 2

1. Іоносферно–магнітосферне джерело електромагнітного поля Землі.
2. Спотворення кривих МТЗ поверхневими і глибинними гальванічними ефектами.
3. Кіровоградська аномалія електропровідності та її параметри.

Екзаменаційний білет № 3

1. Варіації геомагнітного поля Землі.
2. Частотні характеристики аномального поля геомагнітних варіацій в умовах тривимірного геоелектричного середовища (актуальність; порівняльний аналіз електромагнітних полів двовимірної, квазітривимірної плівкової і тривимірної моделей витягнутих провідних структур).
3. Електропровідність земної кори.

Екзаменаційний білет № 4

1. МТЗ і його особливості.
2. Методи математичного моделювання електромагнітного поля.
3. Карпатська аномалія електропровідності та її параметри.

Екзаменаційний білет № 5

1. ТМ– і ТЕ–моди електромагнітного поля.
2. Про методи розв'язання прямих задач електророзвідки.
3. Електронні провідники.

Екзаменаційний білет № 6

1. Гальванічні та індукційні спотворення кривих МТЗ.
2. Модель середовища та програми забезпечення моделювання електромагнітних полів.
3. Типи флюїдів.

Екзаменаційний білет № 7

1. Область застосування методу МТЗ і його модифікації.
2. Характеристика провідності поверхневих відкладень різних регіонів України.
3. Проникність і електропровідність порід.

Екзаменаційний білет № 8

1. МВП і його особливості.
2. Частотні характеристики аномального поля геомагнітних варіацій в умовах тривимірного геоелектричного середовища (порівняльний аналіз частотних характеристик аномального магнітного поля над двовимірними моделями електропровідних циліндрів з різним прямокутним перетином).
3. Аномалії електропровідності УЩ.

Екзаменаційний білет № 9

1. МТЗ і його особливості.
2. Зв'язок електропровідності з геологічними процесами.
3. Аномалії електропровідності Добрудзьсько–Кримського регіону.

Екзаменаційний білет № 10

1. МВП і його особливості.
2. Іонні провідники.
3. Аномалії електропровідності УЩ і ВПП.

Екзаменаційний білет № 11

1. Гальванічні та індукційні спотворення кривих МТЗ.
2. Електропровідність і плавлення порід мантії.
3. Карпатська аномалія електропровідності та її параметри.

Екзаменаційний білет № 12

1. Модель Тихонова–Каньяра.
2. Зв'язок інтегральної провідності земної кори з твердими провідниками.
3. Аномалії електропровідності Кримського регіону.

Екзаменаційний білет № 13

1. МТЗ і його особливості.
2. Нормальні геоелектричні розрізи.
3. Зв'язок електропровідності мантії з поліморфними переходами.

Екзаменаційний білет № 14

1. МВП і його особливості.
2. Механізм електропровідності земної кори і мантиї.
3. Кіровоградская аномалія електропровідності і її параметри.

Екзаменаційний білет № 15

1. Методика чисельного моделювання магнітотелуричних і магнітоваріаційних полів.
2. Аномалії електропровідності ДДЗ і Донбасу.
3. Природа аномалій електропровідності.

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

Рейтингова шкала	90 – 100	75-89	60-74	0-59
Інституційна шкала	відмінно	добре	задовільно	незадовільно

Список рекомендованої літератури

Основна

1. Mark N. Berdichevsky, Vladimir I. Dmitriev. Models and Methods of Magnetotellurics. 2008. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. p. 563. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-77814-1>
2. В.В. Белявский, Т.К. Бурахович, С.Н. Кулик, В.В. Сухой. Электромагнитные методы при изучении Украинского щита и Днепровско-Донецкой впадины. Киев: Знання, 2001, 228 с.
3. Kulik S. N., and Burakhovich T. K. Magnetovariation and magnetotelluric parameters of longitudinally inhomogeneous structures. Izvestiya, Physics of the Solid Earth . Vol. 46 Is. 9, 2010, pp 751–758.
4. Jones Alan G., Ferguson Ioan J., The electric Moho. Nature. – 2001. - v.409.
5. Varentsov Iv. M. Arrays of simultaneous EM soundings: design, data processing and analysis // EM sounding of the Earth's interior (Methods in geochemistry and geophysics, 40). New York: Elsevier. 2007. P. 263-277.
6. Кушнир, А. Н., & Бурахович, Т. К. (2019). Электропроводность сейсмоактивных регионов Украины. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2019. 108 с. (електронне видання)/ISBN-978-613-9-45196-8/LAP LAMBERT Academic Publishing(2019-02-08)/<https://www.morebooks.shop/store/gb/book/Электропроводность-сейсмоактивных-регионов-Украины/isbn/978-613-9-45196-8>

7. Burakhovich, T.K., Kulik, S.N., Khazan, Ya.M., Electrical Conductivity Anomalies in the Crust and Upper Mantle of Ukraine, *Acta Geophys. Polonica*, 2001, vol. 50, no. 4, pp. 547–565.
8. Шеремет, Е. М., Бурахович, Т. К., Дудик, А. М., Николаев И. Ю., Дудик, С. А., Кушнір, А. Н., ... Агаркова, Н. Г. (2016). Геоелектрические и геохимические исследования при прогнозировании углеводородов в Украине. Киев: Компринт. 489 с.
9. Кулік С.М., Бурахович Т.К. Геоелектричні критерії алмазоносності кори та верхньої мантії Землі. *Доповіді НАН України №3*, 2007, С. 118-122.
10. Кулік С.М., Бурахович Т.К. Геоелектричні аномалії та алмазоносність Українського щиту. *Доповіді НАН України №4*, 2007, С. 125-129.
11. S. Kulik, T. Burakhovich Electric Conductivity of the Earth Crust in the North-Eastern Part of the Alpine-Himalayan Orogenic Belt. *Геофиз. журн.* 2010, т.32, №4 С.72-73
12. Бурахович Т.К., Б.І. Ширков, А.М. Кушнір, Г.М. Зайцев. Аномальна електропровідність земної кори східної частини Приазовського мегаблоку *Вісник Київського університету. Геологія* 2013. Випуск 60. С. 12-16
13. Burakhovich Tetsana, Kushnir Anton, Tsvetkova Tetiana. Recent research of geophysical parameters of the lithosphere of East-European platform *Геодинаміка. Науковий журнал.* 2013. №2(15). С.112-114.
14. Бурахович Т.К., Кушнір А. М., Ширков Б. І. Глибинна будова Інгульського мегаблоку за даними геоелектричних досліджень *Доповіді НАНУ №3* 2015 С. 81-86.
15. Кушнір А. М., Бурахович Т. К. Геоелектричні неоднорідності Кримського регіону як зони проявів сейсмічності та нафтогазоносності. *Геофизический журнал.* 2021. Т. 43. № 1. С. 69-92. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v43i1.2021.225494>
16. Кулик С.Н. Северная ветвь Евразийских аномалий электропроводности/ *Геофизический журнал*, №4, Т.31, 2009, С.168-180.
17. Кушнір А., Бурахович Т., Ільєнко В., Ширков Б. Сучасні магнітотелуричні дослідження Українських Карпат. *JGD.* 2021; Випуск 2(31)2021, Номер 2(31):92-101. <https://doi.org/10.23939/jgd2021.02.092>
18. Шеремет Е.М., Кривдик С.Г., Бурахович Т.К. Критерии поисков руды в областях субдукции Украинского щита., 2013, LAMBERT Academic publishing [978-3-8383-7600-4](#)
[електр.версія.pdf \(50086443\)](#) 418 с. Германия.
19. Kushnir A. N., Kulik S. N.†, and Burakhovich T. K. Seismicity in the Platform Regions of Ukraine in the Zones of Anomalous Electrical Conductivity *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*, 2013, Vol. 49, No. 3, pp. 392–401.

20. Burakhovich T. K., Kushnir, A.N., I. Yu. Nikolaev, B. I. Shurkov. The 3D geoelectrical model of Earth crust and the upper mantle of the Dobrudga region. *Геодинаміка*. 2015. №1 (18), С.55-62.
21. Ніколаєв І.Ю., Т.К. Бурахович, А.М. Кушнір, Є.М. Шеремет. Геоелектричні неоднорідності Керченського залізорудного басейну. *Геофизический журнал*. 2021. Т. 43. № 5. С. 165-180. DOI: <https://doi.org/10.24028/gzh.v43i5.244078>

Додаткова

22. Mackie R.L., Smith J.T. and Madden T.R. Three dimensional electromagnetic modeling using finite difference equations: the magnetotelluric example.// *Radio Science*. — 1994. — 29. — P. 923-935
23. Shankland, T. J., A. G. Duba, Yousheng Xu, Brent Poe, and David Rubie, "Electrical Conductivity With Depth As Determined By Laboratory Measurements," *Proceedings of the 14th Workshop on Electromagnetic Induction in the Earth*, Sinaia, Romania, Vergiliu, Bucharest, 90, (1998).
24. Neal S.L. Variations in the electrical conductivity of the upper mantle beneath North America and the Pacific Ocean. 1998. MS Thesis, Indiana University, Bloomingdale.
25. Semenov, V. Yu. (1998). Regional Conductivity Structures of the Earth's Mantle: Publications of the Institute of Geophysics Polish Academy of Sciences, 65(302), 122.
26. Semenov, V. Yu., Jozwiak, W., & Pek, J. (2003). Deep Electromagnetic Soundings Conducted in Trans-European Suture Zone. *Eos, Transactions, American Geophysical Union*, 84(52), 581—584.
27. Semenov, V. Yu., Pek, J., Adam, A., Jozwiak, W., Ladanyvskyy, B., Logvinov, I., ... Vozar, J. (2008). Electrical structure of the upper mantle beneath Central Europe: Results of the CEMES project. *Acta Geophysica*, 56(4), 957—981.
28. Semenov, V.Yu., Jóźwiak, W. (2006). Lateral variations of the mid-mantle conductance beneath Europe. *Tectonophysics*, 416, 279—288.
29. Tarits P. Conductivity and fluids in oceanic mantle. *Phys. of the Earth and Plan. Inter*. 1986. 42, №4. P.215-222.
30. Omura K. Change of Electrical conductivity of olivine associated with olivine-spinel transition . *Phys. of the Earth and Plan. Inter*. 1991. 65. P.292-307.
31. Watson E.B., Brenan J.M. Fluids in the lithosphere, 1. Experimentally-determined wetting characteristics of CO₂-H₂O fluids and their implications for fluid transport, host-rock physical properties, and fluid inclusion formation, 1987. *EPSL*. 85. P. 497-515.

32. Летников Ф.А., Флюидные фации континентальной литосферы и проблемы рудообразования. Смирновский сборник., М, 1999, с. 63-98.
33. Летников Ф.А. Сверхглубинные флюидные системы Земли. Докл. РАН, т.390,N5, 2003, с.673-675.
34. Бурахович Т.К., Кушнір А.М., Ільєнко В.А. Інтерпретація 3D геоелектричної моделі надр степового Криму. Євпаторійський та Сакський профілі. ВІСНИК КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА. ГЕОЛОГІЯ. 2021. Випуск 4(95). С. 34-38. DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.95.04>
35. Бурахович, Т. К., Кушнір, А. М., Николаев, И. Ю., Шеремет, Е. М., & Ширков, Б. И. (2016). Результаты экспериментальных электромагнитных исследований Крымского региона. Геофизический журнал, 38(2), 57–78. DOI: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v38i2.2016.107765>.