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

СХВАЛЕНО	**ЗАТВЕРДЖЕНО**
Вченою радою Інституту геофізики	Директор Інституту геофізики
ім. С.І. Субботіна НАН України	ім. С.І. Субботіна НАН України
«20» грудня 2021 р.	Віталій СТАРОСТЕНКО
Протокол № 15	«20» грудня 2021 р.

Голова вченої ради
Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України
академік НАН України Віталій СТАРОСТЕНКО

УДК 550.34

Верпаховська О.О.

Глибинна будова середовища за даними сейсморозвідки
(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): 1 кредит – 30 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 20.12.2021 р.)

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Верпаховська Олександра Олегівна - старший науковий співробітник, доктор фізико-математичних наук, провідний науковий співробітник відділу регіональних проблем геофізики Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України.

Пилипенко Віталій Миколайович - старший науковий співробітник, доктор фізико-математичних наук, головний науковий співробітник відділу регіональних проблем геофізики Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України.

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

"Глибинна будова середовища за даними сейсморозвідки"

(за вимогами ECTS)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо – кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни, денна форма навчання
Кількість кредитів - 1	Галузь знань 10-Природничі науки (шифр, назва)	Дисципліна вільного вибору
Загальна кількість годин для денної форми навчання – 30	Спеціальність 103-Науки про Землю	Рік підготовки
		2
		Семестр
		3
		Лекцій 10 години
	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Доктор філософії	Практичні 10 годин
		Семінари 8 годин
		Самостійна робота 2 год
		Вид контролю: іспит

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: розширити знання теоретично-методичних основ сейсмічних методів дослідження глибинної будови геологічного середовища, а також ознайомити з програмними комплексами обробки сейсмічної інформації та практичним досвідом з їх використання.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є отримання знань про глибинну будову геологічного середовища за даними сейсморозвідки.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни є:

- засвоєння особливостей систем спостережень сейсморозвідки на суші і на морі, області їх застосування, форматів зберігання спостережених даних;
- розуміння складу зареєстрованого хвильового поля, а також вміння визначати корисний його інтервал при вирішенні різних задач сейсморозвідки;
- розвиток навичок застосування процедур обробки хвильового поля для отримання коректного результату інтерпретації даних сейсморозвідки при вивченні глибинної будови району досліджень.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен **знати**:

- основні методи сейсморозвідки МВХ і МЗХ, область їх застосування при вивченні глибинної будови геологічного середовища,
- стандартні формати, в яких зберігаються спостережені дані сейсморозвідки і в чому полягає їх відмінність,
- основні складові спостереженого хвильового поля і можливість редагування паспортів трас;
- процедури спеціалізованої обробки сейсмічних даних Seismic Unix, які можуть складати граф обробки,
- основні методи міграції для формування зображення глибинної будови і область їх застосування.

вміти:

- розбиратися у форматах запису спостереженого хвильового поля, аналізувати його, а також виділяти корисний для обробки інтервал вздовж профілю та за часом;
- знати основні параметри, які містяться в паспорті траси і вміти їх редагувати, а також виконувати підготовку спостереженого хвильового поля до обробки;
- розбиратися в процедурах експрес і детальної обробки зареєстрованих сейсмічних даних;
- розробляти ефективні графи обробки даних сейсморозвідки з використанням процедур, реалізований в спеціалізованих пакетах обробки сейсмічних спостережень, зокрема в Seismic Unix.

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.

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.

ЗК07. Креативність. Здатність генерувати нові науково – теоретичні та практично спрямовані ідеї, шукати власні шляхи вирішення проблеми. Здатність виділяти протиріччя та не вирішені раніше задачі, проблеми або їх частини, формулювати та експериментально перевіряти наукові гіпотези. Здатність застосовувати знання на практиці при проведенні інноваційної діяльності.

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

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.	основні методи сейсморозвідки МВХ і МЗХ, область їх застосування при вивченні глибинної будови геологічного середовища,	Лекції, самостійна робота	Індивідуальне опитування	10%
1.2.	стандартні формати, в яких зберігаються спостережені дані сейсморозвідки і в чому полягає їх відмінність;	Лекції, самостійна робота	Індивідуальне опитування	5%
1.3.	основні складові спостереженого хвильового поля і можливість редагування паспортів трас;	Лекції, самостійна робота	Індивідуальне опитування	10%
1.4.	процедури спеціалізованої обробки сейсмічних даних Seismic Unix, які можуть складати граф обробки;	Лекції, самостійна робота	Індивідуальне опитування	5%
1.5	основні методи міграції для формування зображення глибинної будови і область їх застосування,	Лекції, самостійна робота	Індивідуальне опитування	10%
	Вміти:			
2.1	розбиратися у форматах запису спостереженого хвильового поля, аналізувати його, а також виділяти корисний для обробки інтервал вздовж	Лекції, практичні заняття	Індивідуальне опитування	10%

	профілю та за часом;			
2.2	знати основні параметри, які містяться в паспорті траси і вміти їх редагувати, а також виконувати підготовку спостереженого хвильового поля до обробки;	Лекції, практичні заняття	Індивідуальне опитування	10%
2.3	розбиратися в процедурах експрес і детальної обробки зареєстрованих сейсмічних даних;	Лекції, практичні заняття	Індивідуальне опитування	10%
2.4	розробляти ефективні графи обробки даних сейсморозвідки з використанням процедур, реалізований в спеціалізованих пакетах обробки сейсмічних спостережень, зокрема в Seismic Unix.	Лекції, практичні заняття	Індивідуальне опитування	10%
	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	10%
	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	10%

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	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.	■		■		■	■	■	■	■	■	■
ПРН07. Знання теорії і розуміння методології системного аналізу, принципів застосування системного підходу при дослідженні проблематики в галузі наук про Землю.				■	■			■	■		
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 навики 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 навики 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 навики 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.						■	■	■	■	■	■
ПРН15. Вміння та навики 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 навики 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 навики розробляти і реалізовувати проекти й програми у сфері Наук про Землю.						■	■	■	■	■	■

Кількість годин, відведених навчальним планом на вивчення дисципліни, становить 30 год., із них 10 год. – лекції, 10 год. – практичні заняття, 8 год. – семінари, 2 год. – самостійна робота. Вивчення аспірантами навчальної дисципліни "Глибинна будова середовища за даними сейсморозвідки" 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 реальними і змодельованими хвильовими полями; розв'язання творчих задач; самоконтроль, тестова форма оцінювання навчальних досягнень аспірантів тощо.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

(СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ)

з навчальної дисципліни "Глибинна будова середовища за даними сейсморозвідки"

(ІІ курс – 3 семестр)

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

Змістовий модуль
Основи сейсморозвідки. Детальна обробка даних сейсморозвідки для вивчення глибинної будови району досліджень.

1	2	3	4	5	6	7
1.1.	Тема 1. Основні методи сейсморозвідки і область їх застосування.	2	1	1	-	4
1.2.	Тема 2. Спостережене хвильове поле і формати зберігання даних	1	2	1	-	4
1.3.	Тема 3. Спеціалізовані системи обробки сейсмічних даних (зокрема Seismic Unix). Експрес і детальна обробка сейсмічних даних.	2	2	2	-	6
1.4.	Тема 4. Кінематична і динамічна міграція.	2	2	2	-	6
1.5.	Тема 5. Моделювання хвильового поля.	2	1	-	1	4
1.6.	Тема 6. Розробка ефективного графу обробки і основні процедури, які його складають.	1	2	2	1	6
	Разом	**10**	**10**	**8**	**2**	**30**

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

Основи сейсморозвідки. Детальна обробка даних сейсморозвідки для вивчення глибинної будови району досліджень.

Тема 1. Основні методи сейсморозвідки.

Метод відбитих хвиль. Історія розвитку, системи спостереження, область застосування.

Метод заломлених хвиль. Історія розвитку, системи спостереження, область застосування.

Наземна і морська сейсморозвідки. Тривимірна сейсморозвідка. Особливості систем спостереження і характер спостереженого хвильового поля.

Тема 2. Спостережене хвильове поле і формати зберігання даних.

Теоретичні основи поширення сейсмічних хвиль в геологічному середовищі.

Формати зберігання даних сейсморозвідки.

Динамічні і кінематичні характеристики зареєстрованого хвильового поля.

Принципи визначення інтервалу спостережених даних при вирішенні практичних задач сейсморозвідки.

Тема 3. Спеціалізовані системи обробки сейсмічних даних, зокрема Seismic Unix.

Сучасні спеціалізовані системи обробки сейсмічних даних.

Seismic Unix система обробки даних сейсморозвідки з відкритими програмними кодами.

Основні принципи роботи в Seismic Unix.

Основні процедури обробки сейсмічних спостережень, які реалізовано в Seismic Unix.

Особливості експрес і детальної обробки спостережених хвильових полів.

Тема 4. Кінематична і динамічна міграція.

Типи міграції, особливості та область їх застосування.

Диференційне рівняння ейконалу та його кінцево-різницевий розв‘язок.

Кінцево-різницеве продовження часового поля.

Кінематична міграція на основі кінцево-різницевого продовження часового поля.

Кінцево-різницевий розв‘язок диференційного хвильового рівняння.

Кінцево-різницеве продовження хвильового поля.

Постановка задачі формування глибинного зображення середовища або динамічної

кінцево-різницевої міграції на основі продовжень часового та хвильового полів.

Тема 5. Моделювання хвильового поля.

Кінцево-різницевий розв‘язок диференційного хвильового рівняння для неоднорідного середовища при наявності точкового джерела.

Пряме кінцево-різницеве продовження хвильового поля у двовимірному і тривимірному варіантах.

Моделювання хвильового поля на основі прямого продовження хвильового поля від джерела у двовимірному варіанті.

Моделювання хвильового поля на основі прямого продовження хвильового поля від джерела у тривимірному варіанті.

Тема 6. Розробка ефективного графу обробки і основні процедури, які його складають.

Визначення швидкісної характеристики середовища (сейсмічний каротаж, аналіз оптимальної швидкості за результатами сейсмічних спостережень, зокрема за методом СГТ).

Використання додаткових програм обробки вхідних сейсмічних даних (редагування сейсмограм, фільтрація, деконволюція та т.і.).

Розробка графу обробки даних сейсморозвідки в залежності від системи спостереження і умов будови середовища.

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 аналізі та узагальненні при підготовці до теоретичних, лабораторних, семінарських занять, виконанні індивідуальних навчально-дослідних завдань, підготовці до поточних модульних опитувань та кінцевого змішаного заліку.

Екзаменаційні питання

1. Метод відбитих хвиль. Системи спостереження, область застосування.
2. Метод спільної глибинної точки (СГТ): система спостережень, особливості обробки зареєстрованих хвильових полів.

3. Метод заломлених хвиль. Системи спостереження, область застосування.
4. Метод глибинного сейсмічного зондування (ГСЗ): система спостережень, особливості обробки зареєстрованих хвильових полів.
5. Метод (WARP): система спостережень, особливості обробки зареєстрованих хвильових полів.
6. Наземна і морська сейсморозвідки. Особливості систем спостереження і характер спостереженого хвильового поля.
7. Профільна і просторова сейсморозвідка. Особливості систем спостереження і характер спостереженого хвильового поля.
8. Теоретичні основи поширення сейсмічних хвиль в геологічному середовищі.
9. Формати зберігання даних сейсморозвідки та різниця між ними.
10. Динамічні і кінематичні характеристики зареєстрованого хвильового поля.
11. Аналіз спостереженого хвильового поля, визначення зареєстрованих типів хвиль.
12. Принципи визначення інтервалу спостережених даних при вирішенні практичних задач сейсморозвідки.
13. Сучасні спеціалізовані системи обробки сейсмічних даних.
14. Основні принципи роботи в системі обробки сейсмічних спостережень Seismic Unix.
15. Особливості експрес і детальної обробки спостережених хвильових полів.
16. Основні процедури експрес обробки сейсмічних спостережень, які реалізовано в Seismic Unix.
17. Редагування паспортів трас та процедури, які реалізовані в системі обробки сейсмічних спостережень Seismic Unix.
18. Редукція та мьютінг – цілі і їх застосування за допомогою системи обробки сейсмічних спостережень Seismic Unix.
19. Типи міграції, особливості та область їх застосування.
20. Диференційні рівняння ейконалу та хвильове рівняння, їх кінцево-різницевий розв‘язок для процедури міграції.
21. Алгоритм кінематичної міграції з використанням кінцево-різницевого продовження часового поля.
22. Алгоритм формування глибинного зображення середовища або динамічної кінцево-різницевої міграції на основі продовжень часового та хвильового полів.
23. Особливості формування глибинного зображення середовища у віддаленій зоні джерела.
24. Пряме і зворотне продовження хвильового поля та область їх застосування.
25. Алгоритм моделювання хвильового поля на основі прямого продовження хвильового поля від джерела у двовимірному варіанті.
26. Алгоритм моделювання хвильового поля на основі прямого продовження хвильового поля від джерела у тривимірному варіанті.

27. Особливості кінцево-різницевого моделювання хвильового поля у віддаленій зоні джерела.
28. Методи визначення швидкісної характеристики середовища.
29. Використання додаткових програм обробки вхідних сейсмічних даних.
30. Розробка графу обробки даних сейсморозвідки в залежності від системи спостереження і умов будови середовища.

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. Верпраховська О.О., Пилипенко В.М. Зображення глибинної будови геологічного середовища із застосуванням сейсмічної міграції поля рефрагованих хвиль. Проект «Наукова книга». К.: Наукова думка. 2019. 160 с.
2. Сейсмометрія: підручник. Г.Т.Продайвода, П.М.Кузьменко, А.П.Тищенко, О.А.Трипільський. – К: ВПЦ «Київський університет», 2018. – 527с.
3. Claerbout JF. Imaging of the Earth’s interior. Blackwell Scientific Publishing, Oxford, 1985.– 414 p.
4. Hatton, L. M., Wurthington, H., and Makin, J., 1986, Seismic data processing: Theory and practice:Blackwell Scientific Publications Inc., -
5. Sheriff, R. E., and Geldart, L. P., 1995, Exploration seismology, 2nd ed.: Cambridge Univ. Press.
6. Kennett, B. L. N. 2001.The Seismic Wavefield. Volume 1: Introduction and Theoretical Development/ B.L.N. Kennett. – Cambridge, New York, Melbourne: Cambridge University Press., 2001. – 370 p.
7. Yilmaz, O. Seismic Data Analysis: Processing, Inversion and Interpretation of Seismic Data (Vols. 1 & 2)/ O. Yilmaz – Society of Exploration Geophysicists, Tulsa (Oklahoma), 2001. – 2027 p.

Додаткова

1. Petrashen G.I., Rudakov A.J. General problems of the multifold covering method of JDP and technological methods of treatment of its data. Zap. Nauchn. Sem. POMI, 1996, Volume 225, 240–262.
2. Павленкова, Н.І., Пилипенко В.М., Роман В.І. Методика побудови швидкісних

розрізів земної кори. К. : «Наукова думка», 1972. – 215 с.
3. Verpakhovska A., Pylypenko V., Yegorova T., Murovskaya A. Seismic image of the crust on the PANCAKE profile across the UKRAINIAN CARPATHIANS from the migration method// Journal of Geodynamics, 2018, 121, p.76-87.
4. Verpakhovska A., Pylypenko V., Pylypenko E. Formation geological depth image according to refraction and reflection marine seismic data// Geophysical Journal, 2017, 39, N6. – p.106-121.
5. Verpakhovska A. Technique for the imaging crystalline basement according to the DSS data// Geophysical Journal, 43, N5, 2021. – 127-149 p.
6. Самарський, А.А. Теорія різницевих схем. М. : Наука, 1983. – 616 с.
7. Nolet G. Seismic tomography: with application in global seismology and exploration geophysics. Dordrecht, Holland ; Boston : D. Reidel ; Norwell, MA, U.S.A. : Sold and distributed in the U.S.A. and Canada by Kluwer Academic Publishers, 1987. – 386 p.
8. Bancroft, J.C. A Practical Understanding of Pre- and Poststack migration. Volume 1 (Poststack)/ J.C. Bancroft – Issue 13 of Course notes series. SEG Books. – Science, 2007 – 486 p.
9. Barry, K.M. Recommended standards for digital tape formats/ K.M. Barry, D.A. Cavers, C.W. Kneale // Geophysics. – 1975. – 40. – p.344-352.
10. Cohen, J. K., and J. W. Stockwell, 2010, CWP/SU: Seismic Un*x Release No. 42: an open source software package for seismic research and processing: Center for Wave Phenomena, Colorado School of Mines.
11. Stockwell, J. W. 2011, Geophysical image processing with Seismic Unix: Course notes for GPGN461/561: Colorado School of Mines, http://www.cwp.mines.edu/~john/ GPGN461.561.