НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор
Інституту геофізики
ім. С.І. Субботіна НАН України
академік НАН України
_____ ***В.І. Старостенко***
(підпис)
« 10 » червня 2016 р.

УДК 550.34

Кендзера О.В., Верпаховська О.О.

Сейсмологія і внутрішня будова 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): 4 кредити – 120 годин

за спеціальністю:

103 Науки про Землю

Київ 2016

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 № 6 від 10.06.2016 р.)

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Кендзера Олександр Володимирович – старший науковий співробітник, кандидат фізико-математичних наук, член-кор. НАНУ, завідувач відділом сейсмічної небезпеки Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України.

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.

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

"Сейсмологія і внутрішня будова Землі"

(за вимогами ECTS)

Мета: ознайомлення з фізико-математичними основами методів виникнення і поширення сейсмічних хвиль в геологічному середовищі планети, особливостями поширення хвиль в пружних і реологічних середовищах, проявами землетрусів на поверхні ґрунту, прямими і оберненими задачами сейсмометрії і сейсмології, принципами дії сучасних сейсмічних реєструючи трактів, методами визначення їх частотних характеристик (передавальних функцій); формування знань і практичних навиків в галузі визначення параметрів вогнищ землетрусів, дослідження сейсмічності територій і встановленні її характеристик, науковому прогнозуванні значень кількісних параметрів сейсмічних впливів, розумінні особливостей розв'язання задачі прогнозування часу, величини і місця виникнення сильних землетрусів, прогнозування сейсмотектонічного потенціалу активних тектонічних структур, виокремлення потенційних місць виникнення майбутніх землетрусів, характеристиками сейсмічної небезпеки; ознайомлення з теоретичними основами і практичними методами проведення загального та детального сейсмічного районування, методами сейсмічного мікрорайонування, методами сейсмічного захисту, методами формування мереж сейсмічних станцій, світовими, регіональними і вітчизняними центрами сейсмологічних даних, глобальними, державними і локальними системами сейсмологічних спостережень, завданням центральних і місцевих державних органів в галузі сейсмічного захисту населення, нормативними документами з питань визначення параметрів сейсмічної небезпеки майданчиків розташування будівель і споруд.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є сейсмічні хвильові поля, дослідження яких є основним інструментом пізнання теоретичних основ і практичних технологій встановлення кількісних параметрів сейсмічної небезпеки на поверхні Земної кулі, в цілому, і території України, зокрема. Вивчення сейсмічних хвильових полів спрямоване на вирішення фундаментальних задач геодинаміки, геотектоніки, сейсмології, прикладних задач з вивчення внутрішньої будови Землі, захисту населення та економіки країни від руйнівних впливів катастрофічних землетрусів, задач екології, пов'язаних із забезпеченням сейсмостійкості ГЕС, АЕС, продуктопроводів, шламонакопичувачів та інших екологічно-небезпечних об'єктів.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни є:

- ознайомити з термінологічним апаратом сейсмології;
- надати фізико-математичні основи формування сейсмічних полів;
- пояснити методи розв'язання обернених задач сейсмометрії і сейсмології;

- навчити загальним принципам обробки спостережених даних;
- охарактеризувати основні комп'ютерні технології формування розрахункових моделей геологічного середовища та моделювання в них сейсмічних полів;
- пояснити основні принципи комплексування сейсмологічних і геолого-геофізичних даних;
- навчитися організовувати проведення сейсмічних досліджень для вивчення внутрішньої будови і захисту від землетрусів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен **знати**:
фізико-математичні основи базових геофізичних методів, загальні принципи будови апаратури та методики проведення польових робіт, методи розв'язку прямих та обернених задач геофізики, практичні методи виконання згортки і деконволюції цифрових рядів, основи комплексування геофізичних методів при вивченні внутрішньої будови і динаміки геологічного середовища.

вміти:
програмувати і проводити обчислення на комп'ютері, працювати з геофізичними приладами, що вивчалися протягом семестру на лабораторних заняттях, володіти методикою проведення польових робіт, вміти розраховувати і відображати на картах розподіл геофізичних полів, будувати геофізичні карти і наносити на них геофізичну інформацію, виконувати якісну та кількісну інтерпретацію експериментальних геофізичних даних.

Кількість годин, відведених навчальним планом на вивчення дисципліни, становить 120 год., із них 25 год. – лекції, 20 год. – практичні заняття, 10 год. – семінари, 65 год. – самостійна робота. Вивчення аспірантами навчальної дисципліни "Сейсмологія і внутрішня будова Землі" завершується складанням заліку.

Форми проведення занять: лекції, практичні та семінари. Організація роботи слухачів навчальної дисципліни передбачає формування понятєво-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 "Сейсмологія і внутрішня будова Землі"

(II курс – 1 та 2 семестр)

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

Змістовий модуль 1
Основи сейсмології

1	2	3	4	5	6	7
1.1.	Тема 1. Типи сейсмічних хвиль, теоретичні основи та особливості їх поширення в Землі.	3	2	2	9	16
1.2.	Тема 2. Пряма і обернена задачі сейсмології та шляхи їх вирішення.	3	3	1	9	16
1.3.	Тема 3. Вогнище землетрусів і його параметри.	2	3	1	8	14
1.4.	Тема 4. Внутрішня будова Землі за сейсмологічними даними.	2	2	1	9	14
	Разом	**10**	**10**	**5**	**35**	**60**

Змістовий модуль 2
Сейсмічна небезпека

1	2	3	4	5	6	7
2.1.	Тема 5. Сейсмічна небезпека на території України.	5	3	1	10	20
2.2.	Тема 6. Захист від землетрусів. Прогноз землетрусів.	5	3	2	10	20
2.3.	Тема 7. Сейсмічне районування: загальне, детальне, мікрорайонування.	5	4	2	10	20
	Разом	**15**	**10**	**5**	**30**	**60**
	Всього	**25**	**20**	**10**	**65**	**120**

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 1.

Основи сейсмології

Тема 1. Типи сейсмічних хвиль, теоретичні основи та особливості їх поширення в

Землі.

Типи сейсмічних хвиль, особливості їх поширення в геологічному середовищі. Енергія хвиль і її поглинання середовищем. Теорія поширення сейсмічних хвиль. Відбивання і заломлення. Принципи реєстрації сейсмічних коливань і аналіз сейсмограми.

Тема 2. Пряма і обернена задачі сейсмології та шляхи їх вирішення.

Обернена задача сейсмології. Сейсмічні промені і годографи. Кривизна сейсмічного променя. Рівняння годографів. Кінцево-різницевий розв'язок рівняння ейконалу і хвильового рівняння для вирішення задач сейсмології. Моделювання часового поля в тривимірній сферичній Землі. Моделювання хвильового поля в тривимірній сферичній Землі.

Тема 3. Вогнище землетрусів і його параметри.

Вогнище і епіцентр землетрусу. Параметри вогнища землетрусу. Реєстрація землетрусів та їх класифікація.

Тема 4. Внутрішня будова Землі за сейсмологічними даними.

Моделі внутрішньої будови Землі за даними сейсмології. Сейсмічні границі.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.

Сейсмічна небезпека

Тема 5. Сейсмічна небезпека на території України.

Державні будівельні норми. Карти загального сейсмічного районування ЗСР-2006 А, В і С. Завдання центральних і місцевих органів влади в галузі сейсмічного захисту.

Сейсмічні мережі.

Тема 6. Захист від землетрусів. Прогноз землетрусів.

Сейсмічна вразливість будинків і споруд. Проектний і максимальний розрахунковий землетрус. Розрахункові акселерограми. Спектри реакції одиничних осциляторів. Криві динамічності. Методи інструментального визначення сейсмостійкості будинку (споруди). Довготермінове прогнозування, середньо і короткотермінове прогнозування землетрусів. Сейсмічний ризик. Сейсмічна небезпека.

Тема 7. Сейсмічне районування: загальне, детальне, мікрорайонування.

Загальне і детальне сейсмічне районування. Карти сейсмічного районування. Принципи побудови. Вихідні дані. Моделі вогнищ, сейсмічності. Закони загасання. Комплекс робіт з сейсмічного районування. Планування робіт. Інженерно-геологічні карти. Карти сейсмо-геологічних аналогій. Інструментальні дослідження. Карти сейсмічних жорсткостей. Вибір еталонного ґрунту. Виділення таксонометричних одиниць. Карта сейсмічного районування за комплексом геолого-геофізичних даних. Методи реєстрації землетрусів, спеціальних вибухів і мікросейсм.

Список рекомендованої літератури

Основна:

1. Саваренский Е.Ф. Сейсмические волны. – М.: Недра, 1972.
2. Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология. т. 1 и 2. – М.: Мир, 1983.
3. Пузырев Н.Н. Методы и объекты сейсмических исследований. – Новосибирск: СО РАН, 1997.
4. Вижва С.А., Винниченко О.Б., Кендзера О.В. Вплив природних і техногенних процесів на потенційно небезпечні об'єкти. – К: ВПЦ "Київський університет", 2008.
5. Яновская Т.Б. Основы сейсмологии: учебное пособие. - СПб.: ВВМ, 2006
6. Бат М. Спектральный анализ в геофизике. – М.: Недра, 1980.
7. International Handbook of Earthquake and Engineering Seismoogy. Part A & B / W. Lee, H. Kanamori, P. Jenings, C. Kisslinger. – San Diego: Academic Press, 2002.
8. Райс Дж. Механика очага землетрясения. М. Мир., 1982.
9. Lay T. and Wallace T.C. Modern Global Seismology. - San Diego: Acad.Press. USA.,1995.
10. Stein S. and Wysession M. An Introduction to seismology, Earthquakes and Earth structure. - Blackwell Publ., 2002.
11. Gubbins D. Seismology and plate tectonics. – Cambridge: Cambridge Univ.Press, 1990.

Додаткова:

1. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах. – М.: Наука, 1972.
2. Ратникова Л.И. Методы расчета сейсмических волн в тонкослоистых средах. - М.: Наука, 1973.
3. Нолетт Г. Сейсмическая томография. – М.: Мир, 1990.
4. Тимошин Ю.В., Бирдус С.А., Мерщий В.В. Сейсмическая голография сложно-построенных сред. – М.: Недра, 1989.
5. Толстой М.І. та ін. Основи геофізики. К.: Обрії, 2007.
6. Харитонов О.М. Спектральные свойства объемных интерференционных волн в литосфере. – Киев: Наукова думка, 1988.
7. Жарков В.Н. Внутреннее строение Земли и планет. – М.:, Наука, 1978.
8. Комплексирование геофизических методов. Справочник геофизика. М.: Недра. 1984.
9. Аптикаев Ф.Ф., Гитис В.Г., Кофф Г.Л., Фролова Н.И .Оценка сейсмической опасности и сейсмического риска (пособие для должностных лиц) .- М.: Центр БСТС, 1997.
10. Костров Б.В .Механика очага тектонического землетрясения. - М.: Наука,1975.
11. Аптикаев Ф.Ф., Нерсесов И.Л. Методика детального сейсмического районирования в количественных характеристиках сейсмических колебаний //Детальное сейсмическое районирование.-М.: Наука,1980.
12. Огильви А. Основы инженерной геофизики. М.: Недра, 1990.
13. Герхард Дор Введение в прикладную геофизику. М.: Недра, 1984.
14. Кири П., Брукс М. Введение в геофизическую разведку. – М., 1988.
15. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы. - М.:Мир,1984

Питання до заліку.

1. Землетруси, їх причини та прояви. Сейсмоактивні пояси планети?
2. Що таке цунамі?
3. Типи сейсмічних хвиль, особливості їх поширення в геологічному середовищі.

4. Рівняння об'ємних сейсмічних хвиль.
5. Тензор деформацій. Головні осі деформації.
6. Компоненти тензора напружень. Головні осі напружень.
7. Пружний потенціал. Модулі пружності.
8. Ізотропні і анізотропні середовища.
9. Рівняння руху в пружному середовищі в декартовій, сферичній та циліндричній системах координат.
10. Розв'язки рівнянь руху.
11. Плоскі, циліндричні та сферичні хвилі.
12. Однорідні і неоднорідні плоскі хвилі.
13. Годографи хвиль.
14. Моделі внутрішньої будови Землі за даними сейсмології.
15. Енергія хвиль і її поглинання середовищем.
16. Вектор Умова-Пойнтінга.
17. Добротність середовища.
18. Механізм вогнища землетрусу і методи його визначення.
19. Теорія пружної віддачі Рейда.
20. Виведення і фізична інтерпретація формул Пуассона і Кірхгоффа.
21. Задача Лемба. Хвилі Релея і Лява.
22. Методи вивчення глибинної будови літосфери за поверхневими хвилями.
23. Характеристики землетрусів. Географічні координати та глибина вогнища землетрусу.
24. Методи визначення положення вогнища землетрусу.
25. Магнітуда. Магнітудні шкали. Моментна магнітуда, Енергія, енергетичний клас
26. Сейсмічна інтенсивність (бальність), макросейсмічні шкали.
27. Формула Шебаліна – Блейка.
28. Графік повторюваності землетрусів.
29. Сейсмічна активність.
30. Сейсмічна струшуваність.
31. Графіки Беніофа.
32. Форшоки. Афтершоки. Рої землетрусів.
33. Довготермінове прогнозування, середньо і короткотермінове прогнозування землетрусів.
34. Сейсмічний ризик. Сейсмічна небезпека.
35. Державні будівельні норми.
36. Карти загального сейсмічного районування ЗСР-2004 А, В і С.
37. Детальне сейсмічне районування.
38. Сейсмічне мікрорайонування.

39. Метод сейсмо-геологічних аналогій. Виділення таксонометричних одиниць.
40. Метод сейсмічних жорсткостей.
41. Методи реєстрації землетрусів, спеціальних вибухів і мікросейсм.
42. Карта сейсмічного мікрорайонування за комплексом геолого-геофізичних даних.
43. Проектний і максимальний розрахунковий землетрус. Розрахункові акселерограм . Спектри реакції одиничних осциляторів.
44. Сейсмологічна апаратура.
45. Рівняння руху сейсмографа.
46. Реєструючі тракти сейсмічних станцій.
47. Частотні характеристики та передавальні функції реєструючих трактів
48. Сейсмічні мережі.