

ІНСТИТУТ ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор
ІГН НАН України
академік НАН України,

 П.Ф. Гришко

«26» 06 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІГРАЦІЇ НАФТОПРОДУКТІВ У
ГЕОЛОГІЧНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

для аспірантів

галузь знань
спеціальність
освітній рівень
освітня програма
спеціалізація
вид дисципліни

10 Природничі науки
103 «Науки про Землю»
доктор філософії
Геологія
Гідрогеологія
Вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020/2021
Семестр	1
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	<i>іспит</i>

Викладач: Брикс Андрій Львович, кандидат геолого-мінералогічних наук, провідний науковий співробітник відділу охорони підземних вод Інституту геологічних наук НАН України

Пролонговано: на 2021/2022 н.р.  (підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)
(підпис, ПІБ, дата)

© Брикс А.Л., 2020 рік
КИЇВ – 2020

Розробник:

Брикс Андрій Львович, кандидат геолого-мінералогічних наук, провідний науковий співробітник відділу охорони підземних вод Інституту геологічних наук НАН України

Затверджено:

Гарант освітньої програми
Чл.-кор. НАН України


(С.Б. Шехунова)
(підпис) (прізвище та ініціали)

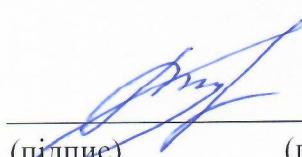
Схвалено: Вченою Радою Інституту геологічних наук Національної академії наук України

Протокол № 4 від « 25 » червня 2020 року

Голова вченої ради,
академік НАН України


(П.Ф. Гожик) (прізвище та ініціали)
(підпис)

Секретар вченої ради,
канд. геол. наук.


(Р.Б. Гаврилюк) (прізвище та ініціали)
(підпис)

«25» червня 2020 року

1. Мета дисципліни – надання здобувачам вищої освіти уявлення про забруднення геологічного середовища нафтопродуктами і застосування такого спеціального методу еколого-гідрогеологічного дослідження як математичне моделювання міграції нафтопродуктового забруднювача, що є важливим доповненням базових знань фахівця зі спеціальності 103 – Науки про Землю, спеціалізації – гідрогеологія та екологічна безпека.

2. Вимоги до вибору навчальної дисципліни:

- Диплом магістра з геології та інших спеціальностей наук про Землю.
- Магіstri повинні мати теоретичні знання, пов'язані з такими предметами, як "Гідрогеологія" та "Екологічна гідрогеологія", з певним акцентом на дисциплінах «Динаміка підземних вод», «Основи міграції підземних вод», «Методика гідрогеологічних досліджень» і «Математичне моделювання гідрогеологічних процесів».
- Магіstri повинні попередньо прослухати курс лекцій для аспірантів з дисципліни «Основи вивчення забруднення геологічного середовища нафтопродуктами».
- Володіти навичками самостійної роботи в галузі наук про Землю.

3. Анотація навчальної дисципліни.

Завданнями навчальної дисципліни є ознайомлення з особливостями використання математичного моделювання процесів міграції легких нафтопродуктів у ґрутовій товщі у зв'язку із дослідженням закономірностей формування осередків нафтопродуктового забруднення ГС та обґрутуванням ремедіаційних заходів.

4. Цілі навчання:

Після закінчення курсу аспіранти зможуть:

- мати уявлення про можливість і доцільність використання методу математичного моделювання у зв'язку із проблемами нафтопродуктового забруднення водоносних горизонтів;
- мати уявлення про специфічні вимоги до проведення польових робіт на забруднених ділянках (бурові роботи, моніторинг, відбір зразків), виявляти прогалини в даних;
- здійснювати вірогідну інтерпретацію геологічних (бурових, моніторингових, лабораторних) даних для параметричного забезпечення математичного моделювання процесів міграції нафтопродуктових забруднювачів;
- підготовлювати матеріали, отримані за допомогою математичного моделювання для обґрутування рішень з управління забрудненої нафтопродуктами ділянки ГС.

5. Результати навчання:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форма/Методи викладання і навчання	Форма/Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Уявлення про нафтопродуктове забруднення геологічного середовища; сучасний стан рішення проблеми.	Лекція, семінар 1	Письмова робота	до 5%
	Основна термінологія;	Самостійна робота		
1.2	Вплив геолого-гідрогеологічних умов на утворення і трансформацію скupчень нафтових вуглеводнів в різних компонентах геологічного середовища	Лекція , семінар 2		до 5%
1.3	Особливості математичного опису розповсюдження: легких і важких нафтопродуктів та розчинених вуглеводнів	Лекція	Контрольна робота 1	до 10%
1.4	Моделювання переносу розчинених вуглеводнів з використанням програмних пакетів MODFLOW та MT3DMS.	Лекція		до 15%
1.5	Особливості моделювання фільтрації рідин, що не змішуються.	Лекція, семінар 3	Контрольна робота 2	до 15%
1.6	Огляд існуючих програмних продуктів для моделювання фільтрації рідин, що не змішуються	Лекція		до 10%
1.7	Програмний комплекс для математичного моделювання фільтраційних, міграційних процесів та багатофазної міграції рідин, що не змішуються MARTHE (геологічна служба Франції).	Лекція	Письмова робота	до 10%
2.1	Концепція моделювання міграції розчинених забруднюючих речовин, тривимірне моделювання масопереносу у підземних водах.	Лекція	Контрольна робота 3	до 10%

	<i>Взаємодія модельних пакетів MODFLOW <=> MT3DMS</i> <i>MODPATH – трасерні задачі, аналіз напрямку руху</i>	<i>Самостійна робота</i> <i>Самостійна робота</i>		
2.2	<i>Приклади вирішення задач міграції розчинених у воді нафтових вуглеводнів у підземних водах.</i>	<i>Практична робота 1</i>		<i>до 10%</i>
2.3.	<i>Приклади моделювання міграції вільної нафтопродуктової рідини (TFDD)</i>	<i>Практична робота 2</i>		<i>до 10%</i>

Структура курсу: лекційні, практичні, контрольні заняття, семінари та самостійна робота аспірантів.

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання:

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	2.3
Програмні результати навчання										
ПРН5. Знати та аналізувати вплив людини (техногенезу) на геологічне середовище, джерела, чинники впливу, ризики, загрози, збитки; бар'єрні особливості геологічного середовища; шляхи мінімізації негативного впливу, раціональне використання і моніторинг геологічного середовища;	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
ПРН7. Аналізувати сучасні наукові праці, відокремлюючи дискусійні та мало дослідженні питання, здійснювати моніторинг наукових джерел інформації стосовно досліджуваної проблеми, встановлювати їх інформаційну цінність шляхом порівняльного аналізу з іншими джерелами; формулювати наукову проблему	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
ПРН17. Проводити професійну інтерпретацію	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-

отриманих матеріалів на основі сучасного програмного забезпечення з використанням існуючих теоретичних моделей.										
ПРН19. Вміти використовувати сучасні інформаційні та комунікаційні технології, комп’ютерні засоби та програми при проведенні наукових досліджень.	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки:

7.1. Форми оцінювання студентів.

1. Семестрове оцінювання:

- 1) Контрольна робота «Основні види нафтопродуктових забруднень геологічного середовища та особливості математичного опису їх розповсюдження у геологічному середовищі» -10 балів (рубіжна оцінка 6 балів)
- 2) Контрольна робота «Особливості моделювання багатофазової фільтрації рідин, що не змішуються» – 10 балів (рубіжна оцінка 6 балів)
- 3) Контрольна робота «Концепції моделювання розчинених забруднюючих речовин, тривимірне моделювання масопереносу в підземних водах» – 10 балів (рубіжна оцінка 6 балів)
- 4) Оцінка за роботу на лекційних та практичних заняттях – 30 балів (рубіжна оцінка 18 балів)

2. Підсумкове оцінювання у формі іспиту: максимальна оцінка 40 балів, рубіжна оцінка 24 балів. Під час іспиту студент виконує реалізацію проекту з використанням знань та вмінь з курсу «Математичне моделювання міграції нафтопродуктів у геологічному середовищі». . **Підсумкове оцінювання у формі іспиту не є обов'язковим, при відмові від участі у даній формі оцінювання аспірант не отримає відповідні бали до підсумкової оцінки.**

Результати навчальної діяльності аспірантів оцінюються за 100 бальною шкалою.

Іспит виставляється за результатами роботи аспіранта впродовж усього семестру, як сума (проста або зважена) балів за систематичну роботу впродовж семестру.

	Семестрова кількість балів	ПКР(підсумкова контрольна робота)чи/або іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60

Максимум	60	40	100
----------	----	----	-----

Аспірант не допускається до підсумкового оцінювання у формі іспиту, якщо під час семестру набрав менше 20 балів.

7.2. Організація оцінювання: Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою та передбачає: 5 лекцій та виконання 4 практичних робіт (де аспіранти мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі використовуючи окреслені викладачем методи та засоби), виконання самостійних та 3 практичних робіт - семінарів (де аспіранти мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі без обмеження інструментарію та техніки вирішення проблем) та проведення 3 письмових контрольних робіт. Підсумкове оцінювання проводиться у формі іспиту.

7.3. Шкала відповідності

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекцій	практичні, семінари	самостійна роботи
1	Тема 1. Уявлення про нафтопродуктове забруднення геологічного середовища; сучасний стан рішення проблеми	1		10
	Семінар 1. Відмінність нафтопродуктового забруднення від інших видів забруднення ГС		2	10
2	Тема 2. Вплив геолого-гідрогеологічних умов на утворення і трансформацію скupчень нафтових вуглеводнів в різних компонентах геологічного середовища	1		10
	Семінар 2. Визначення можливих видів осередків нафтопродуктового забруднення за		2	10

	<i>описом техногенних об'єктів і природних умов ділянки, що досліджується</i>			
	<i>Контрольна робота 1</i>			
3	Тема 3. Особливості математичного опису розповсюдження: легких і важких нафтопродуктів та розчинених вуглеводнів	1		5
4	Тема 4. Моделювання переносу розчинених вуглеводнів з використанням програмних пакетів MODFLOW та MT3DMS	1		5
5	Тема 5. Особливості моделювання фільтрації рідин, що не змішуються	1		5
	<i>Контрольна робота 2</i>			
6	Тема 6. Огляд існуючих програмних продуктів для моделювання фільтрації рідин, що не змішуються	1		5
	<i>Семінар 3. Значення адекватної схематизації для забезпечення вірогідності результатів моделювання</i>		2	10
7	Тема 7. Програмний комплекс для математичного моделювання фільтраційних, міграційних процесів та багатофазної міграції рідин, що не змішуються. MARTHE (геологічна служба Франції).	2		5
8	Тема 8. Концепція моделювання міграції розчинених забруднюючих речовин, тривимірне моделювання масопереносу у підземних водах.	2		5
9-10	<i>Практична робота 1, 2. Побудувати шаблони моделей міграції розчинених вуглеводнів в різних гідрогеологічних умовах. Виконати обчислювальні експерименти.</i>		3	8
11-12	<i>Практична робота 3, 4 Побудувати шаблони моделей руху шару вільної ЛНР-рідини в різних гідрогеологічних умовах. Виконати обчислювальні експерименти.</i>		3	8
	<i>Контрольна робота 3</i>			
	<i>Іспит з дисципліни - 2 год.</i>			
	ВСЬОГО	10	12	96

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:

Лекцій – 10 год.

Практичні заняття – 6 год.

Контрольні роботи – додаткова.

Семінари – 6 год.

Самостійна робота – 96 год.

**Іспит, консультації – 2 год.*

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:

Основні:

1. Гавич И.К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии. – М.: Недра, 1980. – 358 с.
2. Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. — Л.: «Гидрометеоиздат», 1987. — 248 с.
3. Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. – М.: Недра, 1984. – 262 с.
4. Лукнер Л., Шестаков В.М. Моделирование миграции подземных вод. – М.: Недра, 1986. – 208 с.
5. Методические рекомендации по выявлению, обследованию, паспортизации и оценке экологической опасности очагов загрязнения геологической среды нефтепродуктами. — АОЗТ «ГИДЕК», 2002. — 87 с.
6. Мироненко В.А., Петров Н.С. Загрязнение подземных вод углеводородами// Известия РАН. Геоэкология. — № 1, 1999 — С. 3—27
7. Огняник М.С., Парамонова Н.К., Брикс А.Л. и др. Основы изучения загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами. — Киев: [А.П.Н.], 2006. — 278 с.
8. Огняник М.С., Парамонова Н.К., Брикс А.Л. и др. Экологогидрогеологический мониторинг территорий загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами. — Киев: LAT&K, 2013. — 254 с.
9. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия/ В.М. Гольдберг, В.П. Зверев, А.И. Арбузов и др. – М.: Наука, 2001. – 125 с.

Додаткові:

1. Брикс А.Л., Гаврилюк Р.Б. Особенности распространения растворенных УВ на участке аэродрома г. Николаев (Украина) / Геол. журн. – 2011. – №1. – С. 120–127.
2. Брикс А.Л., Гаврилюк Р.Б. Трансформация скоплений легких нефтепродуктов, забрудн. геологичне середовище / Вісник ХНУ ім. Каразіна, № 1157, серія Геол., Геогр., Екологія вип. 42, ст. 116-123
3. Закономірності розповсюдження легких нефтепродуктів в ґрунтах зони аерації та ґрунтових водах навколо об'єктів авіаційного комплексу: Звіт

про НДР / НАН України, Ін-т геол. наук; керівник М.С. Огняник. — Київ, 2005. — № ДР0102У003045. — 183 с..

4. Лукьянчиков В.М. *Движение углеводородов через зону аэрации // Сб. науч. тр.: Изучение условий защищенности подземных вод.* — М.: ВСЕГИНГЕО, 1986. — С. 21—27.
5. Парамонова Н.К., Гаврилюк Р.Б., Загородній Ю.В. *Визначення характеристик шару легких нафтопродуктів у різних умовах формування. Стаття 3. Розрахунок потужності вмісту та об'єму мобільного і утримуваного авіаційного гасу в лінзі біля військового аеродрому «Кульбакіно» (м. Миколаїв) / Геологічний журнал.* — № 2, 2007. — С. 101—107.
6. Chunmiao Zheng and P. Patrick Wang, MT3DMS a modular three-dimensional multispecies transport model for simulation of advection, dispersion and chemical reactions of contaminants in groundwater systems (Release DoD_3.00.A) Documentation and User's Guide. Technical Report June 1998, Departments of Geology and Mathematics University of Alabama Tuscaloosa, Alabama 35487, USA, (http://hydro.geo.ua.edu/mt3d/download_mt3dms).
7. McDonald, M. C. and A. W. Harbaugh, 1988. MODFLOW, A modular three-dimensional finite difference ground-water flow model, U. S. Geological Survey, Open-file report.
8. Pollock DW (1989), MODPATH (version 1.x)- Documentation of computer programs to compute and display pathlines using results from the U. S. Geological Survey modular three-dimensional finite-difference ground-water model. U. S. Geological Survey Open-file report 89-381.
9. Wen-Hsing Chiang, Processing Modflow PRO, A Simulation System for Modeling Groundwater Flow and Transport ProcessesProcessing Modflow, User Guide. —2006. (<https://www.simcore.com/files/pm/v7/pmwipro.pdf>).