

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**

**Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра нафтогазової інженерії та технології**

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ПОРИСТОМУ
СЕРЕДОВИЩІ»**

Освітній рівень	Третій (доктор філософії)	
Програма навчання	вибіркова	
Галузь знань	18	Виробництво та технології
спеціальність	185	Нафтогазова інженерія та технології
Освітня програма	Нафтогазова інженерія та технології	
Обсяг дисципліни	4 кредити ECTS (120 академічних годин)	
Види аудиторних занять	лекції (28 академічних годин), практичні роботи (14 академічних годин), самостійна робота (78 академічних годин)	
Форма контролю	диференційований залік	

**Викладач: Лубков М.В, професор кафедри НГІТТ, д.ф.-м.н.
(понад 50 публікацій, у тому числі 5 статей у виданнях, що індексуються НМБД Scopus,
1 монографія)**

Мета навчальної дисципліни: формування в аспірантів стійких понять про специфіку математичного моделювання фільтраційних процесів у пористому середовищі, ознайомлення з правилами побудови адекватної математичної моделі пластової системи та розгляд існуючих чисельних методів розв'язання різноманітних задач фільтрації.

Завдання навчальної дисципліни: навчити аспірантів розуміти математичний алгоритм побудови моделі пласта-колектора на флюїду, що його насичує, а також ознайомити з чисельними методами розв'язку таких моделей.

Передумови для вивчення дисципліни. Оволодіння знаннями про математичне моделювання фільтраційних процесів у пористому середовищі ґрунтується на тісному взаємозв'язку з іншими навчальними дисциплінами: математика, фізика, геологія, інженерна геологія, фізика нафтового і газового пласта та ін.

Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- алгоритм виведення рівнянь п'єзопровідності у загальному вигляді із закону збереження маси та закону Дарсі;
- механізм побудови математичної моделі пористого середовища та флюїду, що його насичує, для різних конкретних випадків;
- рівняння фільтрації однофазного потоку флюїду у пористих середовищах, що є:
 - ізотропними,
 - анізотропними,
 - деформованими,
 - однорідними,
 - неоднорідними;
- алгоритм постановки початкових та граничних умов для відповідних режимів фільтрації;
- чисельні методи розв'язку математичних моделей фільтраційних процесів;

ВМІТИ:

- формулювати в математичній постановці стаціонарні та нестаціонарні рівняння п'єзопровідності для стисливих та слабостисливих флюїдів для різних видів пористого середовища;
- задавати початкові та граничні умови для диференціальних рівнянь фільтрації з урахуванням особливостей фільтраційного режиму в пласті;
- підбирати чисельний метод розв'язку для кожної конкретної математичної моделі пластової системи.

Критерії оцінювання результатів навчання

Комбінований (усно-письмовий) диференційований залік, практичні заняття із оцінюванням досягнутого за 100 бальною шкалою ЄКТС та 4-х бальною національною шкалою.

Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є диференційований залік.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р		л	п	лаб	інд	с.р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Математичні моделі фільтраційних процесів в пористому середовищі.												
Тема №1. Механізм побудови математичної моделі пластової системи	6	2				4	–					
Тема №2. Модель однофазного потоку у пористому середовищі	8	2				6	–					
Тема №3. Загальні рівняння для однофазного потоку флюїду	10	2	2			6	–					
Тема №4. Рівняння для слабостисливих флюїдів і гірських порід	6	2				4	–					
Тема №5. Рівняння фільтрації газу	8	2	2			6	–					
Тема №6. Модель однофазного потоку у деформованому середовищі	10	2	2			6	–					
Тема №7. Встановлення граничних умов	8	2	2			6	–					
Разом за змістовим модулем 1	60	14	8	–	–	38	–					
Змістовий модуль 2. Чисельні методи розв'язку математичних моделей фільтраційних процесів.												
Тема 8. Скінченно-різницеві методи	6	2				4	–					
Тема 9. Кінцево-різницевий метод для параболічних задач	10	2	2			6	–					
Тема 10. Стандартні методи скінченних елементів	8	2				6	–					
Тема №11. Методи скінченних елементів для вирішення	10	2	2			6	–					

параболічних рівнянь												
Тема №12. Напівдискретні та повністю дискретні схеми в просторі	8	2					6	–				
Тема №13. Змішані скінченно-елементні методи	8	2	2				4	–				
Тема №14. Характеристичні скінченно-елементні методи	8	1					4	–				
Тема №15. Комбінований скінченно-елементно-різницевий метод	6	1					4	–				
Разом за змістовим модулем 2	60	14	6				40	–				
Усього годин	120	28	14				78	–				

Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєннями аспірантами навчального матеріалу здійснюється шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час практичних занять, оцінювання виконання студентами самостійної роботи, проведення і перевірки письмових контрольних робіт, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань аспірантів залежить від викладача і доводиться до їхнього відома на першому занятті.

Модульний контроль проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять і має на меті перевірку засвоєння аспірантом певної сукупності знань та вмінь, що формує цей модуль. Модульний контроль реалізується шляхом узагальнення результатів поточного контролю знань і проведення спеціальних контрольних заходів..

Підсумковий контроль здійснюється у формі диференційованого заліку.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання, тестування та самостійна робота									Залік	Сума			
Змістовий модуль 1											Індивідуальні завдання		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	–	Модульний контроль	0	50		100	
–	2	2	4	4	4	2	–	6					
Змістовий модуль 2													
T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	Модульний контроль	0		50		100
2	2	2	2	2	4	4	2	6					

Рекомендована література

1. Азиз Х. Математическое моделирование пластовых систем. / Х. Азиз, Э. Сеттари. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований. – 2004. – 416 с.
2. Басниев К.С. Нефтегазовая гидромеханика: Учебное пособие для вузов. / К.С. Басниев, Н.М. Дмитриев, Г.Д. Розенберг. – М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований. – 2005. – 544 с.
3. В'язкопружні та теплові процеси в геодинаміці (дослідження в рамках варіаційної

скінчено-елементної методики) [Текст] : дис. д-ра фіз.-мат. наук : 04.00.22 / Лубков Михайло Валерійович ; НАН України, Ін-т геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України. – Київ, 2016. – 331 с.: рис., табл.

4. Каневская Р.Д. Математическое моделирование гидродинамических процессов разработки месторождений углеводородов. / Р.Д. Каневская. – М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований. – 2003. – 128 с.

5. Lubkov M.V. Modeling of displacement processes in heterogeneous anisotropic gas reservoirs/ M. V. Lubkov, O.O. Zacharchuk // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Геологія. – 2021. – №93 (2).

6. Лубков М.В. Моделювання процесів фільтрації у неоднорідних анізотропних газоносних пластах / М.В. Лубков, О.О. Захарчук // Геоінформатика. – 2020. – №1 (73). – с. 56–63.

7. Lubkov M. V. Modeling of oil filtration processes near production well [Електронний ресурс]: / M. V. Lubkov, O.O. Zacharchuk // Тези міжн. конф. "Геоінформатика 2019", Київ – 2019. – 1 електрон, опт. диск (CD-ROM): кольор. ; 12 см. – Систем, вимоги: Pentium-266 ; 32 Mb RAM ; Windows 98/2000/NT/XP – Код – 14980. (Scopus).

8. Лубков М.В. Моделювання процесів фільтрації у неоднорідних анізотропних нафтоносних пластах / М.В. Лубков, О.О. Захарчук // Геоінформатика. – 2019. – №4 (72). – с. 74–81.

9. Lubkov M.V. Modeling of pushing processes in anisotropic low permeable Oil reservoirs / M. V. Lubkov, O.O. Zacharchuk // Тези міжн. конф. "Геоінформатика 2020", Київ – 2020. (Scopus).

10. Akhmetzianov A.V. Long-Time Asymptotics for the Buckley-Leverett Models of Development of Oil and Gas fields / A. V. Akhmetzianov, A. G. Kushner, V. V. Lychagin // Proc. Conf. Application of Information and Communication Technologies. AICT2017, Moscow – 2017. – pp. 505–507.

11. Piven' V.F. Study of a boundary value transmission problem for two-dimensional flows in a piecewise anisotropic inhomogeneous porous layer / V.F. Piven' // Differ. Equations. – 2016. – vol. 52, no. 9. – pp. 1163–1169.

12. Бурковська В.Л. Методи обчислень. Практикум на ЕОМ / В.Л. Бурківська, С.О. Войцехівський, І.П. Гаврилюк. – К. : Вища шк. – 1995.

13. Каліон В. А. Чисельні методи розв'язання крайових задач механіки суцільних середовищ / В.А. Каліон. – К.: ВПЦ "Київський університет". – 1999.

14. Маскет М. Течение однородных жидкостей в пористой среде. / М. Маскет. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований. – 2004. – 640 с.

Інформаційні ресурси

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Математичне моделювання фільтраційних процесів у пористому середовищі» для здобувачів третього рівня вищої освіти спеціальності 185 нафтогазова інженерія та технології. – Полтава, 2020 року. (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ).