

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування
Навчально-науковий інститут автоматичної, кібернетики та обчислювальної
техніки

Кафедра прикладної математики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної,
методичної та виховної роботи

_____ О.А. Лагоднюк

" _____ " _____ 20__ р.

04-01-09

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Алгоритми та методи в задачах фільтраційної консолідації

Algorithms and methods in problems of filtration consolidation

спеціальність

122 "Комп'ютерні науки та
інформаційні технології"

specialty

122 "Computer science and
information technology"

Робоча програма “ Алгоритми та методи в задачах фільтраційної консолідації ” для аспірантів, які навчаються за спеціальностями 122 "Комп'ютерні науки та інформаційні технології", 13 с.

Розробники: Мартинюк Петро Миколайович, д.т.н., доцент, завідувач кафедри прикладної математики; Мічута Ольга Романівна, к.т.н., доцент кафедри прикладної математики.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри прикладної математики

Протокол від «06» грудня 2016 року № 4

Завідувач кафедри _____ П.М. Мартинюк

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 122 “Комп'ютерні науки та інформаційні технології”

Протокол від «12» грудня 2016 року №3

Голова науково-методичної комісії _____ П.М. Мартинюк

© Мартинюк П.М.,
Мічута О.Р., 2017 рік

© НУВГП, 2017 рік

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Алгоритми та методи в задачах фільтраційної консолідації ” складена відповідно до освітньо-наукових програм підготовки здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня спеціальності 122 "Комп'ютерні науки та інформаційні технології”.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є перелік питань, розгляд яких становить передумови для успішної роботи над науковим дослідженням та які стосуються, зокрема, мережах алгоритмів та методів, що застосовуються в задачах фільтраційної консолідації.. Результатом вивчення дисципліни є готовність здобувача до застосовувати вивчені алгоритми та методи при проведенні свого дисертаційного дослідження.

Анотація

Метою програми є ознайомлення з останніми алгоритмами та методами, що застосовуються в задачах фільтраційної консолідації, солеперенесення, теплоперенесення, вологоперенесення в пористих середовищах за умови сталих або змінних меж заданої області.

Також в межах даної програми, крім основних алгоритмів та методів, . Розглянуті деякі програмні середовища, які можна застосовувати для проведення комп'ютерного моделювання вищенаведених задач і не тільки їх.

Ключові слова: пористе середовище, крайова задача, фільтраційна консолідація, метод скінченних елементів, середовище комп'ютерного моделювання.

Abstract

The purpose of the program is to get acquainted with the latest algorithms and methods used in the problems of filtration consolidation, salt transfer, heat transfer, moisture transfer in porous media under conditions of steel or variable boundaries of a given region.

In addition to the basic algorithms and methods, this program also discusses some software environments that can be used to perform computer simulations of the above tasks, and not just them.

Keywords: porous medium, boundary problem, filtration consolidation, finite element method, computer simulation environment.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 12 Інформаційні технології	Вибіркова	
	Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології».		
	Спеціалізація -	Рік підготовки	
Змістових модулів – 1		3-й	3-й
		Семестр	
Загальна кількість годин – 120		5-й	5-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи – 7	Рівень вищої світи: PhD	Лекції	
		20 год.	4 год.
		Практичні, семінарські	
		-	-
		Лабораторні	
		20 год.	8 год.
		Самостійна робота	
		80 год.	108 год.
		Індивідуальні завдання:	
		-	
Форма контролю:			
зал.	зал.		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить (%):

- для денної форми навчання – 33% до 67%;
- для заочної форми навчання – 10% до 90%.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: Формування у здобувачів володіння сучасними методами та підходами до розв'язання задач фільтраційної консолідації, солеперенесення, теплоперенесення, вологоперенесення в пористих середовищах.

Завдання: Формування теоретичних знань та практичних умінь, необхідних для успішної роботи над тематикою дисертаційного дослідження.

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

- сучасні підходи до математичного моделювання фільтраційної консолідації ґрунтів, їх важливість в задачах водного господарства та природокористування;
- середовище FreeFEM++ як приклад середовища комп'ютерного моделювання методом скінченних елементів;
- можливості розпаралелення обчислень у FreeFEM++;

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **вміти:**

- будувати адекватні математичні та комп'ютерні моделі природних та технічних систем;
- застосовувати сучасні програмні комплекси для розв'язання комплексних проблем у галузі комп'ютерних наук, зокрема, середовище FreeFEM++, пакети наукових обчислень в мові програмування Python.

3. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Пористі середовища, їх визначальні характеристики в проблемах водного господарства та природокористування.

Пористе середовище: означення, приклади, класифікація. Грунт, як типовий приклад пористого середовища. Пористість та коефіцієнт пористості. Напруження в пористих середовищах. Компресійні залежності для ґрунтів. Фільтрація, коефіцієнт фільтрації, закони фільтрації. Специфіка фізичного та математичного моделювання процесів в пористих середовищах.

Тема 2. Математичні моделі процесів фільтрації, солеперенесення, теплоперенесення, вологоперенесення в пористих середовищах.

Крайові задачі математичної фізики. Початкові та граничні умови, їх фізична інтерпретація. Закони фільтрації (Дарсі), солеперенесення (Фіка), теплоперенесення (Фур'є), вологоперенесення (Дарсі-Клюта). Потік та закон збереження. Осмос та взаємозв'язані впливи потоків та параметрів у пористих середовищах. Метод аналогії. Рівняння фільтрації, солеперенесення, тепло перенесення, вологоперенесення. Актуальні задачі водного господарства та природокористування, їх математичні моделі.

Тема 3. Процеси в пористих середовищах із змінною пористістю.

Актуальність задач для пористих середовищ зі змінною пористістю. Просідання ґрунту, хімічна та механічна суфозія, техногенні аварії, руйнування будівель та ґрунтових споруд. Методологія урахування змінної пористості в математичних моделях фільтрації. Рівняння пружного режиму фільтрації. Рівняння фільтраційної консолідації. Кінематичні граничні умови. Задача Стефана: постановки та типові приклади.

Тема 4. Алгоритми методу скінченних різниць.

Методи дискретизації крайових задач математичної фізики, як математичних моделей процесів в пористих середовищах. Алгоритми методу скінченних різниць. Проблеми програмної реалізації та стійкості числових

розв'язків. Монотонні різницеві схеми. Алгоритмічні аспекти методу прогонки. Багатовимірні крайові задачі та принцип сумарної апроксимації.

Тема 5. Алгоритми методу скінченних елементів.

Метод скінченних елементів, як варіант загального проекційного методу: основні ідеї та сфери застосування. Базисні функції в одновимірному випадку. Базисні функції для трикутних скінченних елементів. Проблема тріангуляції областей та алгоритми її вирішення. Об'єктно-орієнтоване програмування та метод скінченних елементів. Структура даних «скінченний елемент», його методи та властивості.

Тема 6. Середовища комп'ютерного моделювання.

Середовище FreeFEM++ як приклад середовища комп'ютерного моделювання методом скінченних елементів. Можливості розпаралелення обчислень у FreeFEM++. Пакети наукових обчислень в мові програмування Python..

Тема 7. Методи та алгоритми для задач в змінних областях.

Постановка проблеми. Алгоритмічні аспекти програмної реалізації динамічної зміни області при розв'язуванні крайової задачі в методах скінченних різниць та скінченних елементів. Відмінності в неперервному та дискретному підходах. Можливі «виключення» та важливість їх передбачення при програмній реалізації алгоритмів у динамічно змінних областях. Пакети прикладних програм в задачах зі змінними областями.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усь ого	у тому числі					усь ого	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	ін д.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 1. Пористі середовища, їх визначальні характеристики в проблемах водного господарства та природокористування..	12	2		2		8	12	1		1		10
Тема 2. Математичні моделі процесів фільтрації, солеперенесення, теплоперенесення, вологоперенесення в пористих середовищах..	12	4		4		16	12	1		1		10
Тема 3. Процеси в пористих середовищах із змінною пористістю.	12	2		2		8	12					12
Тема 4. Алгоритми методу скінченних різниць.	12	2		2		8	12					12
Тема 5. Алгоритми методу скінченних елементів.	12	2		2		8	12					12
Тема 6. Середовища комп'ютерного моделювання.	12	4		4		16	12					12
Тема 7. Методи та алгоритми для задач в змінних областях.	12	4		4		16	12					12
Усього годин	120	20		20		80	120	4		8		108

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Тема 1. Математичні моделі процесів фільтрації	2	1
2	Тема 2. Математичні моделі процесів солеперенесення, теплоперенесення, вологоперенесення в пористих середовищах.	4	1
3	Тема 3. Процеси в пористих середовищах із змінною пористістю.	2	1
4	Тема 4. Алгоритми методу скінченних різниць.	2	1
5	Тема 5. Алгоритми методу скінченних елементів.	2	1
6	Тема 6. Середовища комп'ютерного моделювання.	4	2
7	Тема 7. Методи та алгоритми для задач в змінних областях.	4	1
	Разом	20	8

6. Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для здобувачів денної форми навчання:
Підготовка до аудиторних занять – 0,5 год/1 год. занять.

Підготовка до контрольних заходів – 6 год. на 1 кредит ЄКТС.

Опрацювання окремих тем програми або їх частин, які не викладаються на лекціях.

6.1. Теми для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Тема 1. Математичні моделі процесів фільтрації	8	10
2	Тема 2. Математичні моделі процесів солеперенесення, теплоперенесення, вологоперенесення в пористих середовищах.	16	10
3	Тема 3. Процеси в пористих середовищах із змінною пористістю.	8	12
4	Тема 4. Алгоритми методу скінченних різниць.	8	12
5	Тема 5. Алгоритми методу скінченних елементів.	8	12
6	Тема 6. Середовища комп'ютерного моделювання.	16	12
7	Тема 7. Методи та алгоритми для задач в змінних областях.	16	12
	Разом	80	108

7. Методи навчання

1) Лекції проводяться з використанням технічних засобів навчання і супроводжуються демонстрацією за допомогою відеопроєктора лекційного матеріалу.

2) Лабораторні роботи проводяться в комп'ютерному класі з використанням роздаткового матеріалу, методичних вказівок.

8. Методи контролю

Для визначення рівня засвоєння здобувачами навчального матеріалу використовуються такі методи оцінювання:

1) поточний контроль проводиться на лабораторних заняттях шляхом усного опитування і перевірки виконаних лабораторних робіт та домашніх завдань;

2) виконання додаткових індивідуальних завдань під час лабораторних робіт і консультацій;

3) поточне тестування після вивчення кожного змістового модуля;

Введена кредитно-трансферна система організації навчального процесу зі 100-бальною шкалою оцінювання знань здобувачів.

Усі форми контролю включені до 100-бальної шкали оцінювання.

Оцінювання здобувачів проводиться відповідно до вимог ECTS.

9. Розподіл балів, які отримують здобувачі

Поточне тестування та самостійна робота							Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	100
10	20	10	10	10	20	20	

T1, T2 ... T7 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою
	для заліку
90-100	зараховано
82-89	
74-81	
64-73	
60-63	
35-59	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

10. Методичне забезпечення

1. Мічута О. Р., Мартинюк П. М., Герус В. А. Математичне моделювання процесів хімічної та контактної суфозій в ґрунтах [Монографія]. – Рівне : НУВГП, 2016. – 206 с.

Рекомендована література

1. Пестрецов С. И. CALS-технологии: основы работы в CAD / CAE-системах : учебное пособие. Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. 104 с.
2. Малюх В. Введение в современные САПР : ДМК Пресс, 2013. 192 с.
3. К. Стайнер. Тотальна автоматизація: Як комп'ютерні алгоритми змінюють життя : Наш формат, Київ, 2018. 272 с.
4. Кузло М. Т. Інженерне ґрунтознавство та механіка ґрунтів. – Рівне : НУВГП, 2011. 252 с.
5. Liu G. R. Mesh Free Methods: Moving beyond the Finite Element Method / G. R. Liu. – Boca Raton: CRC Press, 2009. – 872 p.
6. Самарский А. А. Численные методы математической физики / А. А. Самарский, А. В. Гулин. – М.: Наука, 2003 – 384 с.
7. Савула Я.Г. Числовий аналіз задач математичної фізики варіаційними методами / Я.Г.Савула. - Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2004.-221 с.
8. Zienkiewicz O.C. The finite element method. Volume 1. The Basis / O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000. – 690 p.
9. Frey P.J. Mesh generation: application to finite elements / P. J. Frey, P.-L. George. – Oxford & Paris: Hermes Science Publishing, 2000. – 814 p.
10. Ляшенко І.М., Коробова М.В., Столяр А.М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів / І.М.Ляшенко, М.В.Коробова, А.М.Столяр. - Тернопіль, 2006. - 300 с.

Допоміжна

1. Яблочников Е. И., Фомина Ю. Н., Саломатина А. А. Компьютерные технологии в жизненном цикле изделия : Учебное пособие. Спб. : СПбГУ ИТМО, 2010. 188 с. 5.

2. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования : учеб. для вузов. М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 430 с. Chatfield С. Time-series Forecasting/ С.Chatfield – Chapman & Hall – 2001.– 265 p.

12. Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/>
2. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.lib.rv.ua/>
3. Рівненська централізована бібліотечна система (м. Рівне, вул. Київська, 44) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cbs.rv.ua/>
4. Цифровий репозиторій НУВГП / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/>
5. Цифровий репозиторій Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dspace.univer.kharkov.ua/handle/123456789/568>
6. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka> [http://nuwm.edu.ua/MySQL/page lib.php](http://nuwm.edu.ua/MySQL/page_lib.php)