

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет комп'ютерних наук та кібернетики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана/директора
з навчальної роботи

«__» _____ 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сучасні методи комп'ютерного моделювання
для студентів

галузь знань	математика та статистика
спеціальність	113 Прикладна математика
освітній рівень	бакалавр
освітня програма	Прикладна математика
спеціалізація	бакалавр
вид дисципліни	спеціальний курс

Форма навчання	стаціонарна
Навчальний рік	2017/2018
Семестр	6
Кількість кредитів ECTS	2
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	екзамен

Викладачі: ас. Оноцький В.В.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (____)» _____ 20__ р.

(підпис, ПІБ, дата)

20__/20__ н.р. _____ (____)» _____ 20__ р.

(підпис, ПІБ, дата)

Розробник: Оноцький В'ячеслав Валерійович, асистент кафедри обчислювальної математики

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Зав. кафедри _____
_____ (підпис) (_____) (прізвище та ініціали)

Протокол № ____ від « ____ »
_____ 20__ р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету/інституту (педагогічною радою коледжу)

Протокол від « ____ » _____ 20__ року № ____

Голова науково-методичної комісії _____ (підпис) (_____) (прізвище та ініціали)

Голова педагогічної ради (для коледжів)
« ____ » _____ 20__ року

1. Мета дисципліни

Оволодіння фундаментальними знаннями з комп'ютерного моделювання

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності)¹:

1. Успішне опанування курсу математичного аналізу
2. Успішне опанування курсу лінійної алгебри
3. Успішне опанування курсу диференціальних рівнянь
4. Успішне опанування курсу функціонального аналізу
5. Успішне опанування курсу теорії функцій комплексної змінної
6. Успішне опанування курсу методів обчислень
7. Успішне опанування курсу рівнянь математичної фізики

3. Анотація навчальної дисципліни:

Основною складовою комп'ютерного моделювання є дискретизація моделі, тобто побудова і розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь, розв'язки яких дозволяють визначити стан системи отже слід зосередити увагу на вивченні методів дискретизації (метод скінчених різниць, метод зважених нев'язок, метод скінчених об'ємів, спектральний метод), а також технологічних питаннях, пов'язаних із розв'язанням розріджених систем лінійних алгебраїчних рівнянь великої розмірності. Опанувавши цю дисципліну, студенти зможуть орієнтуватися в сучасних обчислювальних методах комп'ютерного моделювання, адекватно їх застосовувати. Курс містить опис теоретичних основ сучасних методів дискретизації в комп'ютерному моделюванні.

4. Завдання (навчальні цілі):

Закласти основи фундаментальної фахової підготовки, яка очікується від випускників класичних університетів із спеціальності "Прикладна математика".

5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)	Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1	Знання основних відомостей з методу скінчених елементів	Лекції	Модульна контрольна	100%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркової дисципліни які не входять до блоків спеціалізації)

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	2.1	4.1	4.2
Програмні результати навчання (назва)					

¹ альтернативний варіант:

Успішне опанування курсу _____

Знання теоретичних основ _____

7.Схема формування оцінки.

7.1Форми оцінювання студентів:

Семестрове оцінювання:

2 модульні контрольні роботи по 20 балів

Реферат – 20 балів

Підсумкове оцінювання (у формі екзамену): 40 балів

Умови допуску до заліку: більше 30 балів за семестр та відвідування більше 50% лекцій

7.2 Організація оцінювання: (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання).

	<i>Дата</i>	<i>Оцінка</i>
Модульна контрольна робота	2 березня 2018 р.	20
Модульна контрольна робота	20 квітня 2018 р.	20
Захист реферату	20 квітня -20 травня 2018 р.	20

7.3 Шкала відповідності оцінок

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

² Залік виставляється за результатами роботи студента впродовж усього семестру і не передбачає додаткових заходів оцінювання для успішних студентів.

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план _____ занять

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		лекції	семінари/ практичні/ лабораторні <i>вибрати необхідне</i>	Самостійна робота
1	Загальні принципи комп'ютерного моделювання	2		
2	Метод скінчених різниць	2		
3	Метод зважених нев'язок	2		
4	Метод скінчених елементів	2		
5	Спектральний метод	2		
6	Розріджені матриці	2		
7	Операції над матрицями і прямі методи	2		
8	Матричні норми	2		
9	Вступ до ітераційних методів	2		
10	Основні ітераційні методи	2		
11	Методи передобумовлення	2		
12	Метод найшвидшого спуску	2		
13	Довільні напрямки спуску	2		
14	Метод спряжених градієнтів	2		
15	Приклади ефективного використання комп'ютерного моделювання (частина 1)	2		
16	Приклади ефективного використання комп'ютерного моделювання (частина 2)	2		
17	Консультація	2		
	Всього ³	34		

*Примітка: слід зазначити також теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 34 год.⁴, в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій -32 год.

Консультації -2 год.

9. Рекомендовані джерела⁵:

Основна: (Базова)

1. Мышкис А. Д. Элементы теории математических моделей. — 3-е изд., испр. — М.: КомКнига, 2007. —192 с.
2. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. — 2-е изд., испр. — М.: Физматлит, 2001.
3. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. В 2-х т. . — М.: Мир, 1991.
4. Самарский А.А. Теория разностных схем. - М., Наука,
5. Норри Д., Фриз де Ж. Введение в метод конечных элементов. - М.: Мир, 1981.

6. Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричные вычисления. — М.: Мир, 1999.

Додаткова:

1. Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. — М., Наука, 1978.
2. Самарский А.А., Гулин А.В. Устойчивость разностных схем. — М., Наука, 1973.
3. Самарский А.А., Андреев В.Б. Разностные методы для эллиптических уравнений. — М., Наука, 1976.
4. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. — М., Наука, 1989.
5. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы. — М.: Мир, 1984
6. Деклу Ж. Метод конечных элементов. — М.: Мир, 1976
7. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике — М.: Мир, 1975.
8. Зенкевич О., Морган К. Конечные элементы и аппроксимация. — М.: Мир, 1986
9. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов — М.: Мир, 1979.
10. Тьюарсон Р. Разреженные матрицы. — М.: Мир, 1977. — 191 с.
11. Писсанецки С. Технология разреженных матриц. — М.: Мир, 1988. — 410 с..
12. Джордж А., Лю Дж. Численное решение больших разреженных систем уравнений. — М.: Мир, 1984. — 333 с.
13. Ортега Дж. Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем. — М.: Мир, 1991.
14. http://en.wikipedia.org/wiki/Matrix_multiplication#cite_note-12
15. Хейгеман Л., Янг Д. Прикладные итерационные методы. — М.: Мир, 1986. 446 с.
16. Вулих Б.З. Введение в функциональный анализ. — М.: Наука, 1967.
17. Саад Ю. Итерационные методы для разреженных Московского университета, 2013.
18. Баландин М.Ю., Шурина Э.П. Методы решения СЛАУ большой размерности. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000.
19. Pan V.Y. et al. Additive preconditioning for matrix computations // Linear Algebra and its Applications. — 2010. — vol. 432, No. 4. — p. 1070–1089.

10. Додаткові ресурси (за наявності):

Персональна сторінка проф. Ключина Д.А . <http://om.univ.kiev.ua/ua/user-915>.

Персональна сторінка ас. Оноцького В.В . <http://om.univ.kiev.ua/ua/user-94>.

³ У робочій програмі навчальної дисципліни для лекційних, семінарських, практичних і лабораторних занять зазначається (*реальна*) кількість годин (*кратне 2 год.* – *час тривалості пари*).

⁴ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

⁵ *В тому числі Інтернет ресурси*

**Завдання для самостійної роботи з елементами дистанційного навчання
з дисципліни «Сучасні методи комп'ютерного моделювання»
на період з 24 січня до 28 лютого 2018 р.**

для студентів

3 курсу

першого (бакалаврського) рівня

освітньої програми «Прикладна математика»

викладач-лектор: к.ф.-м.н., ас. Оноцький В.В. (електронна пошта - vingar@ukr.net)

Види та форми контрольних заходів з перевірки самостійної роботи студентів, критерії оцінювання

Контроль за виконанням самостійної роботи студентами здійснюється у двох формах: у січні-лютому за допомогою електронних засобів (електронною поштою), у березні – шляхом проведення письмової контрольної роботи.

Контроль у січні-лютому 2018 р. відбувається у п'ять етапів відповідно до кількості тем. Під час кожного етапу (24 січня – 20 лютого 2018 р.) студенти мають вивчити запропоновані питання визначених тем на базовому рівні. Для підтвердження виконання завдання по кожній темі студенти мають надіслати розгорнуті відповіді на запропоновані питання викладачу, що проводить лекції – **Оноцькому В.В.** на електронну пошту vingar@ukr.net не пізніше **31 січня, 7 лютого, 14 лютого, 21 лютого і 28 лютого 2018 р.** відповідно. Викладач оцінює виконані завдання в категоріях «зараховано» або «не зараховано». Щоб отримати оцінку «зараховано» потрібно дати правильні і повні відповіді на 50% і більше питань. Завдання, які мають бути виконані та надіслані на електронну пошту викладача, подано у **додатку 1.**

Виконання самостійної роботи є допуском до написання контрольної роботи у березні 2018 р. Якщо відповіді на питання здані невчасно без поважних причин, або не зараховані, студент втрачає можливість написання контрольної роботи та отримання відповідних модульних балів, без можливості перескладання.

На контрольну роботу за підсумками самостійної роботи виносяться всі зазначені нижче теоретичні питання. Робота оцінюється максимум в **20 балів**. Вона включає в себе 4 теоретичні питання з тем, винесених на самостійну роботу. За відповідь на теоретичне питання студент може отримати від 1 до 5 балів.

Критерії оцінювання відповіді студента на теоретичне питання:

- | | |
|---|-----------|
| • повнота розкриття питання | 1-2 бали; |
| • логіка викладення | 1 бал; |
| • використання основної і додаткової літератури | 1 бал; |
| • аналітичні міркування, вміння робити висновки | 1 бал. |

Контрольна робота проводиться на першому лекційному занятті з курсу у березні 2018 р. Її тривалість – 1 академічна година. Друга академічна година буде присвячена розгляду теми лекції 6 (див. додаток 2).

Теми та питання для самостійного опрацювання

Для самостійного опанування студентами у період з 24.01 до 28.02.18 р. виносяться наступні теми, передбачені робочою програмою навчальної дисципліни:

Тема 1. Загальні принципи комп'ютерного моделювання

Тема 2. Метод скінчених різниць

Тема 3. Метод зважених нев'язок

Тема 4. Метод скінчених елементів

Тема 5. Спектральний метод

Опанування тем відбувається шляхом вивчення студентами наступних **питань**, винесених на самостійну роботу.

Тема 1. Загальні принципи комп'ютерного моделювання

- 1) Зв'язок між математичним і комп'ютерним моделюванням.
- 2) Класифікація математичних моделей.
- 3) Приклади математичних моделей.
- 4) Основні етапи комп'ютерного моделювання.

Тема 2. Метод скінчених різниць

- 5) Скінчені різниці.
- 6) Різницева схема.
- 7) Похибка апроксимації, порядок апроксимації, помилка розв'язку різницевої схеми.
- 8) Порядок точності різницевої схеми.
- 9) Збіжність різницевої схеми.
- 10) Стійкість різницевої схеми.
- 11) Коректність різницевої схеми.
- 12) Теорема Лакса про еквівалентність, приклади схем.

Тема 3. Метод зважених нев'язок

- 13) Основи методу зважених нев'язок.
- 14) Пробні функції.
- 15) Варіанти методу зважених нев'язок.
- 16) Приклади застосування методу.

Тема 4. Метод скінчених елементів

- 17) Варіаційне формулювання.
- 18) Елементний вклад.
- 19) Матриця жорсткості.
- 20) Вузловий вектор.

Тема 5. Спектральний метод

- 21) Загальне формулювання спектрального методу.
- 22) Застосування спектрального методу до рівняння дифузії.

Список основної рекомендованої літератури для виконання самостійної роботи

1. Мышкис А. Д. Элементы теории математических моделей. — 3-е изд., испр. — М.: КомКнига, 2007. — 192 с.

2. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. — 2-е изд., испр. — М.: Физматлит, 2001.
3. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. В 2-х т. . — М.: Мир, 1991.
4. Самарский А.А. Теория разностных схем. - М., Наука,
5. Норри Д., Фриз де Ж. Введение в метод конечных элементов. - М.: Мир, 1981.

Повний список рекомендованої літератури для розв'язання задач та написання реферату та підготовки до контрольної роботи можна знайти у робочій програмі з курсу «Розпізнавання образів», яка розміщена на сайті факультет комп'ютерних наук та кібернетики.

**Завдання самостійної роботи студента
напрямку підготовки «Прикладна математика»
3 курсу, першого (бакалаврського) рівня
з дисципліни «Сучасні методи комп'ютерного моделювання»
(24.01.2018 – 6.02.2018)**

Тема 1. Загальні принципи комп'ютерного моделювання **(до 30 січня 2018 р.)**

- 23) Зв'язок між математичним і комп'ютерним моделюванням.
- 24) Класифікація математичних моделей.
- 25) Приклади математичних моделей.
- 26) Основні етапи комп'ютерного моделювання.

Тема 2. Метод скінчених різниць **(до 7 лютого 2018 р.)**

- 27) Скінчені різниці.
- 28) Різницева схема.
- 29) Похибка апроксимації, порядок апроксимації, помилка розв'язку різницевої схеми.
- 30) Порядок точності різницевої схеми.
- 31) Збіжність різницевої схеми.
- 32) Стійкість різницевої схеми.
- 33) Коректність різницевої схеми.
- 34) Теорема Лакса про еквівалентність, приклади схем.

Тема 3. Метод зважених нев'язок **(до 14 лютого 2018 р.)**

- 35) Основи методу зважених нев'язок.
- 36) Пробні функції.
- 37) Варіанти методу зважених нев'язок.
- 38) Приклади застосування методу.

Тема 4. Метод скінчених елементів **(до 21 лютого 2018 р.)**

- 39) Варіаційне формулювання.
- 40) Елементний вклад.
- 41) Матриця жорсткості.
- 42) Вузловий вектор.

Тема 5. Спектральний метод **(до 28 лютого 2018 р.)**

- 43) Загальне формулювання спектрального методу.
- 44) Застосування спектрального методу до рівняння дифузії.

**План першого заняття (у березні 2018 р.)
з дисципліни «Сучасні методи комп'ютерного моделювання»
на тему: «Розріджені матриці»**

План заняття.

1. Контрольна робота (1 год.)
2. Лекція (1 год.).
 - Розріджені матриці
 - схеми зберігання розріджених матриць

Література

1. Тьюарсон Р. Разреженные матрицы. — М.: Мир, 1977. — 191 с.
2. Писсанецки С. Технология разреженных матриц. — М.:Мир, 1988. — 410 с..
3. Джордж А., Лю Дж. Численное решение больших разреженных систем уравнений. — М.: Мир, 1984. — 333 с.

Список студентів 3-го курсу (бакалаври) групи ОМ
Освітня програма “Прикладна математика”
Дисципліна “ Сучасні методи комп’ютерного моделювання ”

1. Андрейчук Анастасія Віталіївна
2. Брагінець Дмитро Русланович
3. Воробйова Аліна Ігорівна
4. Доманецький Андрій Вікторович
5. Дубська Катерина Андріївна
6. Коляденко Павло Павлович
7. Крамаренко Ольга Володимирівна
8. Кучеренко Анастасія Олегівна
9. Мітічкін Дмитро Сергійович
10. Назаркевич Ганна Ярославівна
11. Онищенко Ігор Орестович
12. Приходько Олександр Олександрович
13. Сергієнко Тетяна Олександрівна
14. Смокович Олександр Михайлович
15. Яковлев Іван Володимирович