

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

## Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка

Кафедра прикладної математики, статистики та економіки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

 (Авраменко О.В.)

«28» серпня 2020 року

### РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

#### ОКВ 1 Комп'ютерне моделювання та символічні обчислення

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Спеціальність 113 Прикладна математика

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація \_\_\_\_\_

(назва спеціалізації)

освітня програма Прикладна математика

(назва)

Факультет фізико-математичний

(назва інституту, факультету, відділення)

форма навчання денна

(денна, заочна.)

2020-2021 навчальний рік

Робоча програма «Комп'ютерне моделювання та символні обчислення» для аспірантів за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Розробники:

Нарадовий Володимир Володимирович, кандидат технічних наук, доцент

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри прикладної математики, статистики та економіки

Протокол № 1 від «28» серпня 2020 року

Завідувач кафедри прикладної математики,  
статистики та економіки

  
\_\_\_\_\_ (підпис)

Авраменко О.В.  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_, 20\_\_ рік  
\_\_\_\_\_, 20\_\_ рік

1. **Опис навчальної дисципліни**

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	
Кількість кредитів – 10	Галузь знань <u>11 Математика та статистика</u> (шифр і назва)	Професійна наукова підготовка	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: (назва)	Спеціальність: <u>113 Прикладна математика</u> (шифр і назва) Спеціалізація	Рік підготовки	
		2-й	2-й
Загальна кількість годин – 300		Семестр	
		3-й	4-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 4	Рівень вищої освіти: <u>третій (освітньо-науковий)</u>	Лекції	
		14	12
		Практичні, семінарські	
		20	20
		Лабораторні	
		0 год.	
		Самостійна робота	
		56	178
		Індивідуальні завдання:	
		0 год.	
Вид контролю:			
Екзамен	Екзамен		

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання та символні обчислення» є:

- освітня (навчальна) – становлення кваліфікованого фахівця в області створення комп'ютерних моделей природних явищ та процесів, який здатний ефективно використовувати в своїй діяльності сучасні математичні пакети;
- розвиваюча – формувати здатність до застосування сучасних підходів та інструментів для створення комп'ютерних моделей, а також вміння ефективно використовувати сучасні CMS при аналізі природних явищ та процесів
- виховна – здатність до саморозвитку та самоосвіти, формувати вміння до самостійної наукової діяльності, розвивати здатність демонструвати академічну та професійну доброчесність.

**Завдання** курсу «Комп'ютерне моделювання та символні обчислення»:

- набуття навичок роботи з сучасними інструментами символних обчислень;
- набуття навичок використання сучасних систем комп'ютерної математики для розробки та побудови математичних і комп'ютерних моделей природних явищ та процесів;
- аналіз та обробка результатів математичного та комп'ютерного моделювання засобами сучасних CMS.

У результаті вивчення навчальної дисципліни у аспіранта мають бути сформовані такі компетентності:

*Інтегральні компетентності:*

Здатність застосовувати

- сучасні спеціалізовані уміння/навички та інноваційні методи, необхідні для розв'язання значущих проблем прикладної математики, а також для розширення та переоцінки цілісних знань і професійної практики у названій та суміжних галузях знань;
- критичний аналіз, оцінку і синтез нових та комплексних ідей у дослідницько-інноваційній та науково-педагогічній діяльності.

*Фахові компетентності.*

ЗК 5. Здатність до розробки та виконання інноваційних проєктів.

ФК 4. Здатність до професійної практичної реалізації комплексних прийомів математичного моделювання детермінованих та стохастичних процесів з використанням комп'ютерних технологій.

ФК 5. Методологічне вміння ґрунтовно інтерпретувати об'єкт дослідження математичного моделювання у комп'ютерну модель та реалізовувати елементи його структури.

**Програмні результати навчання:**

ПРН 1.5. Уміння розробляти та виконувати інноваційні проєкти.

ПРН 2.4. Уміння професійної практичної реалізації комплексних прийомів математичного моделювання детермінованих та стохастичних процесів з використанням комп'ютерних технологій.

ПРН 2.5. Уміння ґрунтовно інтерпретувати об'єкт дослідження математичного моделювання у комп'ютерну модель та реалізовувати елементи його структури.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### **Змістовний модуль 1. Принципи роботи в CMS Maple.**

Тема 1. Порівняння сучасних CMS. Система комп'ютерної математики та символічних обчислень Maple. Основи символічних перетворень в Maple. Модулі та пакети в CAS Maple.

Тема 2. Створення власних функцій та модулів в CMS Maple.

Тема 3. Загальні принципи створення графічних додатків в Maple. Пакет Maplelets та його застосування. Різні способи створення маплетів. Використання Maplelet Constructor.

Тема 4. Основні інструменти для роботи з диференціальними рівняннями в частинних похідних в системі Maple.

Тема 5. Робота з графікою. Анімація та способи її реалізації.

Тема 6. Реалізація чисельних методів розв'язку диференціальних рівнянь в частинних похідних в системі Maple: вбудовані інструменти та користувацькі можливості

### **Змістовний модуль 2. Застосування CMS Maple до задач гідромеханіки.**

Тема 7. Побудова та символічна реалізація моделі поширення хвиль в двошаровій гідродинамічній системі «півпростір - півпростір» засобами Maple.

Тема 8. Побудова та символічна реалізація моделей поширення хвиль в замкнутих областях засобами Maple.

Тема 9. Побудова та символічна реалізація моделі поширення стохастичних хвиль на поверхні рідкого півпростору засобами Maple. Отримання динамічного рівняння стохастичних амплітуд.

Тема 10 Побудова та символічна реалізація моделі поширення хвиль в двошаровій гідродинамічній системі «шар з твердим дном - шар з кришкою». Лінійний та нелінійний випадки.

Тема 11. Чисельне дослідження задач про поширення детермінованих хвиль в шаруватих гідродинамічних системах різної конфігурації.

## 2. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин		
	денна форма		
	усього	у тому числі	
Л		Пр	С.р.
<b>Змістовний модуль 1. Принципи роботи в CMS Maple.</b>			

Тема 1. Порівняння сучасних CMS. Система комп'ютерної математики та символічних обчислень Maple. Основи символічних перетворень в Maple. Модулі та пакети в CAS Maple.	13	2	2	9
Тема 2. Створення власних функцій та модулів в CMS Maple.	13	2	2	9
Тема 3. Загальні принципи створення графічних додатків в Maple. Пакет Maplelets та його застосування. Різні способи створення аплетів. Використання Maplelet Constructor.	15	2	4	9
Тема 4. Основні інструменти для роботи з диференціальними рівняннями в частинних похідних в системі Maple.	15	2	4	9
Тема 5. Робота з графікою. Анімація та способи її реалізації.	13	2	2	9
Тема 6. Реалізація чисельних методів розв'язку диференціальних рівнянь в частинних похідних в системі Maple: вбудовані інструменти та користувацькі можливості	21	4	6	11
<b>Всього за ЗМ1</b>	<b>90</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>56</b>
<b><i>Змістовний модуль 2. Застосування CMS Maple до задач гідромеханіки.</i></b>				
Тема 7. Побудова та символічна реалізація моделі поширення хвиль в двошаровій гідродинамічній системі «півпростір – півпростір» засобами Maple.	41	2	4	35
Тема 8. Побудова та символічна реалізація моделей поширення хвиль в замкнутих областях засобами Maple.	41	2	4	35
Тема 9. Побудова та символічна реалізація моделі поширення стохастичних хвиль на поверхні рідкого півпростору засобами Maple. Отримання динамічного рівняння стохастичних амплітуд.	41	2	4	35
Тема 10 Побудова та символічна реалізація моделі поширення хвиль в двошаровій гідродинамічній системі «шар з твердим дном - шар з кришкою». Лінійний та нелінійний випадки.	42	2	4	36
Тема 11. Чисельне дослідження задач про поширення детермінованих хвиль в	46	4	4	38

шаруватих гідродинамічних системах різної конфігурації.				
<b>Всього за ЗМ2</b>	<b>210</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>178</b>
<b>Усього на курс</b>	<b>300</b>	<b>26</b>	<b>40</b>	<b>234</b>

### 3. Теми практичних (семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Порівняння сучасних CMS. Система комп'ютерної математики та символічних обчислень Maple. Основи символічних перетворень в Maple. Модулі та пакети в CAS Maple.	2
2	Тема 2. Створення власних функцій та модулів в CMS Maple.	2
3	Тема 3. Загальні принципи створення графічних додатків в Maple. Пакет Maplelets та його застосування. Різні способи створення маплетів. Використання Maplelet Constructor.	4
4	Тема 4. Основні інструменти для роботи з диференціальними рівняннями в частинних похідних в системі Maple.	4
5	Тема 5. Робота з графікою. Анімація та способи її реалізації.	2
6	Тема 6. Реалізація чисельних методів розв'язку диференціальних рівнянь в частинних похідних в системі Maple: вбудовані інструменти та користувацькі можливості	6
7	Тема 7. Побудова та символічна реалізація моделі поширення хвиль в двошаровій гідродинамічній системі «півпростір - півпростір» засобами Maple.	4
8	Тема 8. Побудова та символічна реалізація моделей поширення хвиль в замкнутих областях засобами Maple.	4
9	Тема 9. Побудова та символічна реалізація моделі поширення стохастичних хвиль на поверхні рідкого півпростору засобами Maple. Отримання динамічного рівняння стохастичних амплітуд.	4
10	Тема 10 Побудова та символічна реалізація моделі поширення хвиль в двошаровій гідродинамічній системі «шар з твердим дном - шар з кришкою». Лінійний та нелінійний випадки.	4
11	Тема 11. Чисельне дослідження задач про поширення детермінованих хвиль в шаруватих гідродинамічних системах різної конфігурації.	4
	<b>Всього на курс</b>	<b>40</b>

### 6. Теми лабораторних занять

Даний вид роботи для курсу навчальним планом не передбачений.

## 7. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Користувацькі модулі в CMS Maple	9
2	Використання Maple Constructor та взаємодія з робочим документом	9
3	Пакет PDE Tools	9
4	Робота з анімацією засобами пакету plots	9
5	Робота з анімацією: команди display та animate	9
6	Реалізація ймовірнісних методів моделювання. Методи Монте-Карло	11
7	Інтерактивний ввід даних в маплетах	35
8	Символьні перетворення асимптотичних рядів	35
9	Користувацькі сценарії.	35
10	ООП в системі Maple.	36
11	Використання парадигми ООП при створенні маплетів.	38
	<b>Всього на курс</b>	<b>234</b>

## 8. Індивідуальні завдання

### 9. Методи навчання

Основні форми навчального процесу при вивченні дисципліни «Комп'ютерне моделювання та символічні обчислення»: аудиторні заняття, самостійна робота аспірантів, робота в науковій бібліотеці ЦДПУ імені В. Винниченка та мережі Інтернет, контрольні заходи.

Види навчальної роботи аспірантів:

- лекція;
- практичне заняття;
- екзамен.

При оцінюванні досягнень при вивченні курсу «Комп'ютерне моделювання та символічні обчислення» використовуються наступні форми контролю:

- поточний контроль;
- підсумковий контроль.

Для слухачів курсу передбачені наступні форми звітності:

- виконання та захист проектних робіт;
- доповідь на обрану тему;
- виконання тестових та письмових завдань;
- усні відповіді на практичних заняттях.



## 10. Методи контролю

Теоретичний модуль: усне опитування на практичних заняттях.

Практичний модуль: захист проєктів, доповідь на тему.

## 11. Схема нарахування балів, які отримують студенти

### Екзамен (3-й семестр)

Захист проєктів 5x10 балів	Доповідь	Відповідь на екзамені	Усього
50	10	40	100

### Екзамен (4-й семестр)

Захист проєктів 5x10 балів	Доповідь	Відповідь на екзамені	Усього
50	10	40	100

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90-100	відмінно	зараховано
82-89	добре	
74-81		
64-73		
60-63	задовільно	
35-59	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 12. Рекомендована література

### Основна

1. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології.- К., 2002
2. Нічуговська Л.І. Математичне моделювання в системі економічної освіти. Монографія.- Полтава, 2003.
3. Перевозчикова О.Л. Основи системного аналізу об'єктів і процесів комп'ютеризації.- К.- 2003.
4. Устенко С.А. Основы математического моделирования и алгоритмизации процессов функционирования сложных систем.- 2000.
5. Гидродинамика поверхностных и внутренних волн: монография [Черкесов Л. В.]. – К.: Наук, думка, 1976. – 364 с.
6. Инфельд Э. Нелинейные волны, солитоны и хаос / Э. Инфельд, Дж. Роуланс // Физматлит. – 2006. – 480 с.
7. Механика сплошной среды. В 3 ч. Ч. 3: Механика невязкой жидкости: монография [Тарапов И.Е.]. – Харьков: Золотые страницы, 2005. – 332 с.
8. Нелинейные проблемы теории поверхностных и внутренних волн: монография [Овсянников В.Л., Макаренко Н.И., Налимов В.И.]. – Новосибирск: Наука. – 1985. – 318 с.
9. Теория волновых движений жидкости: монография [Сретенский Л. Н.]. – М.: Наука, 1977.– 815 с.
10. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. М.: Мир, 1977.
11. Савотченко С.Е. «Методы решения математических задач в Maple: Учебное пособие» / Савотченко С.Е., Кузьмичева Т.Г. – Белгород: Изд. Белаудит, 2017. – 116 с.
12. В.З. Аладьев, В.К. Бойко, Е.А. Ровба "Программирование в пакетах Maple и Mathematica: Сравнительный аспект" / Монография / Гродно: Гродненский Госуниверситет, 2019, 517 с.
13. М. Н. Кирсанов. "Практика программирования в системе Maple" М.: Издательский дом МЭИ, 2011, 208с.
14. М. Н. Кирсанов. Задачи по теоретической механике с решениями в Maple. М.: Физматлит, 2010, 264с.
15. В.И. Коробов, В.Ф. Очков. Химическая кинетика: введение с Mathcad/Maple/MCS. М.: Горячая линия-Телеком, 2009.
16. Чарльз Генри Эдвардс , Дэвид Э. Пенни. Дифференциальные уравнения и краевые задачи: моделирование и вычисление с помощью Mathematica, Maple и MATLAB. 3-е издание. Киев.: Диалектика-Вильямс, 2007. ISBN 978-5-8459-1166-7.
17. М. Н. Кирсанов. Графы в Maple. М.: Физматлит, 2007, 168с.
18. В.З. Аладьев, В.К. Бойко, Е.А. Ровба. Программирование и разработка приложений в Maple. Гродно, Таллин, 2007.
19. В.З. Аладьев. Основы программирования в Maple. Таллин, 2006.

20. Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова. Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12, MATLAB 7, Maple 9. М: ИТ Пресс, 2006, 496с. ISBN: 5-477-00208-5.
21. В.З. Аладьев. Системы компьютерной алгебры. MAPLE: Искусство программирования. Бинوم.Лаборатория знаний, 2006.

### Допоміжна

1. Тимченко А.А. Основы системного проектирования та системного аналізу складних об'єктів.- К.- 2003
2. Веников В. А., Веников Г. В. Теория подобия и моделирования - М.: Высшая школа, 1984.
3. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах 2-е изд., доп. и испр. – М.: Наука. – 1973. – 343 с.: ил.
4. Нелинейные волны в диспергирующих средах: монографія [Карпман В.И.]. – М.: Наука, 1973 – 237 с.
5. Поверхностные и внутренние волны: монография [Черкесов Л. В.]. – К: «Наукова думка», 1973. – 248 с.
6. Masuda A. On the dispersion relation of random gravity waves / A. Masuda, Y. Kuo, H. Mitsuyasu. // Fluid Mech. – 1979. – №92. – С. 717–730.
7. Avramenko, O. V., Naradovyi V. V., Selezov I. T. Energy of Motion of Internal and Surface Waves in a Two-Layer Hydrodynamic System. *Journal of Mathematical Sciences*, 2018. – 229(3). – P. 241–252.
8. Avramenko, O., Lunyova M. Analysis of internal waves energy in a three-layered semi-infinite hydrodynamic system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2018. – 5(92). – P. 26-33.
9. Hurtovyi, Yu., Naradovyi V., Bohdanov V. Analysis of conditions of propagation of internal waves in three-layer liquid of finite depth. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2018. – 5(93). – P. 38-46.
10. Selezov, I.T., Avramenko O. V., Gurtovyi Yu. V. Features of the propagation of wave packets in a two-layer hydrodynamic system. *Applied hydromechanics*, 2005. – 7(79). – P. 80–89.
11. Selezov, I.T., Avramenko O. V., Gurtovyi Yu. V., Naradovyi V. V. Nonlinear interaction of internal and surface gravity waves in a two-layer fluid with free surface. *Journal of Mathematical Sciences*, 2010. – 168(4). – P. 590–602.
12. Tarapov I. E. Continuum Mechanics: Vol. 3, Mechanics of Inviscid Liquid [in Russian], Zolotye Stranitsy, Kharkov., 2005.
13. Авраменко О.В., Луньова М.В. Аналіз форми хвильових пакетів у тришаровій гідродинамічній системі «півпростір–шар–шар з твердою кришкою»// Математичні методи та фізико-механічні поля. – 2020. – 62(3). – P. 127-142.

### **13. Інформаційні ресурси**