

Державний вищий навчальний заклад  
«Донбаський державний педагогічний університет»

Факультет фізико – математичний  
Кафедра математики та інформатики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»:

Перший проректор

О.Г. Набока

«30» серпня 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ РІЗНИЦЕВИХ РІВНЯНЬ**  
підготовки здобувачів  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

спеціальності 014 Середня освіта (Інформатика)  
(шифр і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Середня освіта (Інформатика)  
(назва освітньої програми)

мова навчання українська

Розробник:

**Чуйко С.М.** доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри математики та інформатики

Рецензенти:

**Кадубовський О. А.** декан фізико-математичного факультету, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математики та інформатики

**Сапунов С. В.** вчений секретар Інституту прикладної математики і механіки НАН України, кандидат фізико-математичних наук

Робоча програма розглянута і схвалена на засіданні кафедри математики та інформатики

Протокол № 1-а від «28» серпня 2020р.

Завідувач кафедри математики та інформатики \_\_\_\_\_ Чуйко С.М.

Погоджено групою забезпечення спеціальності 014 Середня освіта (Інформатика)

Керівник групи забезпечення кандидат фізико-математичних наук  
\_\_\_\_\_ доц. Стьопкін А.В.

Затверджено та рекомендовано до впровадження вченою радою  
Державного вищого навчального закладу  
«Донбаський державний педагогічний університет»  
«28» серпня 2020р., протокол № 1

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни
	денна форма навчання
Кількість кредитів – <b>5</b>	<b>Вибіркова</b>
Загальна кількість годин – <b>150</b>	Рік підготовки:
	<b>3-й</b>
	Семестр
	<b>5-й</b>
	Лекції
Тижневих годин для денної форми навчання: контактних – <b>3,5</b> самостійної роботи здобувача – <b>5</b>	<b>32 год.</b>
	Практичні
	<b>30 год.</b>
	Самостійна робота
	<b>88 год.</b>
	Вид контролю: <b>Екзамен</b>

**Мета** вивчення навчальної дисципліни «Чисельні методи розв'язання різницевого рівнянь» є ознайомлення здобувачів з основними теоретичними концепціями сучасної теорії різницевого рівнянь, оволодіння навичками аналітичного та чисельного розв'язання різницевого рівнянь. Різницеві рівняння мають тісний зв'язок з проблемами моделювання фізичних та економічних процесів.

## 2. Матриця

компетентностей, результатів навчання, методів навчання, методів контролю з навчальної дисципліни  
**«ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ РІЗНИЦЕВИХ РІВНЯНЬ»**

Результати навчання	Методи навчання	Методи контролю
<p>Здатність розуміти сутність і значення нових об'єктів, здатність удосконалювати і розвивати свій інтелектуальний і загальнокультурний рівень. Володіння основними поняттями та методами теорії різницевих рівнянь, оволодіння навичками аналітичного та чисельного розв'язання різницевих рівнянь. Здатність користуватися основним інструментарієм теорії різницевих рівнянь, вміння застосовувати його для розв'язання задач у професійній діяльності та наукових дослідженнях. Вміти досліджувати і розв'язувати різницеві рівняння; вміти застосовувати теоретичні знання та практичні навички, використовуючи вивчений матеріал, додаткову та довідникову літературу, отримувати диференціювати, аналізувати і засвоювати теоретичні та практичні знання, приймати на їх основі обґрунтовані рішення.</p>	<p>Поєднання традиційних та інтерактивних методів навчання з використанням інноваційних технологій:                      - словесні методи: лекція, диспут, дискусія;                      - наочні методи: спостереження, демонстрація;                      практичні методи:                      обробка довідкової інформації, тезування, рецензування, аналіз.</p>	<p>Спостереження за навчальною діяльністю здобувачів, усне та письмове опитування, практична перевірка, рейтинговий контроль, оцінювання самостійної роботи, доповіді презентації, контрольна роботи, екзамен.</p>

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин			
	Денна форма			
	усього	зокрема		
л		пр	с.р	
<b>Тема 1.</b> Вступ до теорії динамічних систем	11	2	2	7
<b>Тема 2.</b> Поняття скінченної різниці та різницевого рівняння. Дискретні динамічні системи.	11	2	2	7
<b>Тема 3.</b> Задача про підсумовування елементів послідовності.	11	2	2	7
<b>Тема 4.</b> Метод скінченних різниць	12	3	2	7
<b>Тема 5.</b> Метод підсумовування по частинам.	11	2	2	7
<b>Тема 6</b> Використання похідних для підсумовування послідовностей	12	3	2	7
<b>Тема 7.</b> Лінійні однорідні різницеві рівняння першого порядку.	12	3	3	6
<b>Тема 8.</b> Лінійні неоднорідні різницеві рівняння першого порядку	11	2	2	7
<b>Тема 9</b> Лінійні різницеві рівнянь другого порядку.	11	2	2	7
<b>Тема 10.</b> Лінійні різницеві рівнянь n-го порядку.	11	2	2	7
<b>Тема 11.</b> Система лінійних різницевих рівнянь	12	3	3	6
<b>Тема 12.</b> Нелінійні різницеві рівняння.	12	3	3	6
<b>Тема 13.</b> Математичні моделі реальних об'єктів, що описуються різницеvими рівняннями.	13	3	3	7
<b>Разом</b>	<b>150</b>	<b>32</b>	<b>30</b>	<b>88</b>

## 4. Програма навчальної дисципліни

### 4.1. Теми лекцій

№ з/г	Назва теми	Кількість годин
1	Основні поняття теорії різницевих рівнянь	2
2	Рівняння з відокремлюваними змінними.	2
3	Однорідні рівняння.	2
4	Рівняння, що зводяться до однорідних.	2
5	Лінійні рівняння першого порядку.	2
6	Рівняння, які зводяться до лінійних. Рівняння Бернуллі, Ріккаті.	2
7	Рівняння, не розв'язні відносно похідної. Рівняння Лагранжа і Клеро.	2
8	Рівняння вищих порядків, які допускають зниження порядку.	2
9	Лінійні однорідні різницеві рівняння вищих порядків.	2
10	Визначник Вронського. Властивості визначника.	2
11	Фундаментальна система розв'язків однорідних лінійних різницевих рівнянь $n$ -го порядку зі сталими коефіцієнтами.	3
12	Неоднорідні різницеві рівняння зі сталими коефіцієнтами.	2
13	Метод невизначених коефіцієнтів для розв'язання неоднорідних лінійних різницевих рівнянь $n$ -го порядку зі сталими коефіцієнтами.	3
14	Системи лінійних рівнянь із сталими коефіцієнтами.	2
15	Лінійні інтегральні рівняння Фредгольма та Вольтерра.	2
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

### 4.2. Теми практичних занять

№ з/г	Назва теми	Кількість годин
1	Поняття теорії різницевих рівнянь.	1
2	Рівняння з відокремлюваними змінними.	2
3	Однорідні рівняння.	1
4	Диференціальні рівняння, що зводяться до однорідних диференціальних та різницевих рівнянь	2
5	Лінійні рівняння першого порядку.	2
6	Рівняння, які зводяться до лінійних. Рівняння Бернуллі, Ріккаті.	1

7	Різницеві рівняння, які зводяться до рівнянь у повних диференціалах. Інтегруючий множник	2
8	Рівняння, не розв'язні відносно похідної. Рівняння Лагранжа і Клеро.	2
9	Застосування диференціальних рівнянь I-го порядку.	2
	Контрольна робота	3
10	Рівняння вищих порядків, які допускають зниження порядку.	2
11	Лінійні однорідні диференціальні рівняння вищих порядків зі сталими коефіцієнтами.	2
12	Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння вищих порядків зі сталими коефіцієнтами	2
13	Інтегрування різницевих рівнянь за допомогою степеневих рядів	2
14	Метод послідовних наближень	1
	Контрольна робота	3
	<b>Разом</b>	<b>30</b>

#### 4.3. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення матеріалу лекцій	22
2	Підготовка до практичних занять, виконання домашніх завдань	22
3	Підготовка до контрольних робіт	22
4	Підготовка до екзамену	22
	<b>Разом</b>	<b>88</b>

#### 5. Критерії оцінювання результатів навчання

Підведення підсумків поточної роботи здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни здійснюється в період від останнього практичного заняття до дня консультації перед екзаменом із цієї дисципліни, підставою чого є графік екзаменаційної сесії. Навчальна дисципліна викладається один семестр, оцінюється максимальною оцінкою у 100 балів.

Результати поточного контролю рівня знань здобувачів (кількість отриманих балів) обов'язково доводяться викладачем наприкінці кожного заняття до відома всіх здобувачів і виставляються в «Журналі обліку поточної успішності та відвідування занять» та є підставою для одержання допуску до підсумкового контролю.

Здобувач, який протягом семестру не набрав 60 балів з навчальної дисципліни, вважається недопущеним до складання екзамену з цієї дисципліни, й у відомість обліку успішності ставиться запис «не допущений».

Здобувачі, які за поточним оцінюванням у семестрі мають результат навчання з дисципліни 60-80 балів, можуть, за бажанням, бути звільнені від складання екзамену й отримати як результат оцінювання ту кількість балів, що відповідає кількості балів поточного оцінювання з навчальної дисципліни.

Здобувач може підвищити оцінку, яку він отримав за результатами роботи в семестрі, під час складання екзамену. В результаті оцінювання 81-100 балів, що відповідають кількості балів поточного оцінювання з навчальної дисципліни, за відсутності пропусків занять з усіх предметів семестру без поважних причин (до 10%), але за обов'язкового надання в деканат виконаних самостійних завдань з відповідної дисципліни.

Для визначення критеріїв оцінювання відповідей на екзамені потрібно зважати на такі загальні положення:

оцінки **«відмінно» (90-100 балів)** заслуговує здобувач вищої освіти, який продемонстрував всебічні, систематичні й глибокі знання навчального матеріалу, уміння без похибок виконувати завдання, передбачені програмою, опанував основну й додаткову літературу, рекомендовану навчальною програмою, засвоїв значущі для майбутньої кваліфікації підвалини основних дисциплін, виявив творчі здібності в усвідомленні, засвоєнні й застосуванні навчально-програмного матеріалу;

оцінки **«добре» (75-89 балів)** заслуговує здобувач вищої освіти, який продемонстрував ретельне знання навчально-програмного матеріалу, успішно виконав передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу, рекомендовану навчальною програмою, показав систему засвоєних знань з дисципліни та здатність до їх самостійного поповнення й оновлення під час подальшої навчальної роботи й професійної діяльності;

оцінки **«задовільно» (60-74 бали)** заслуговує здобувач вищої освіти, який продемонстрував знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, потрібному для подальшого навчання та майбутньої роботи за спеціальністю, впорався з виконанням завдань, передбачених програмою, але припустився помилок у відповіді на екзамені та під час виконання екзаменаційних завдань, хоча має необхідні знання для їх усунення під керівництвом викладача;

оцінка **«незадовільно» (26-59 балів)** виставляється здобувачу вищої освіти, який має прогалини в знаннях основного навчально-програмного матеріалу, припустився принципових помилок у виконанні передбачених програмою завдань, і не може продовжувати навчання без виконання додаткових завдань з відповідної дисципліни;



оцінка «неприйнятно» (0-25 балів) виставляється здобувачу вищої освіти, який не надав для перевірки потрібну кількість правильно виконаних завдань, пропустив без поважних причин значну кількість занять (більше ніж 15 50%), і не може продовжувати навчання без проходження повторного курсу навчання

### Шкала оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти

За накопичувальною 100 - бальною шкалою	За національною шкалою	
	<i>для екзаменів, звітів з практики, курсових робіт</i>	<i>для заліків</i>
90 - 100 балів	відмінно	зараховано
89 - 75 балів	добре	
60 - 74 балів	задовільно	
26 - 59 балів	незадовільно	не зараховано
0 - 25 балів	неприйнятно	

### 6. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- індивідуальні завдання;
- письмові самостійні роботи;
- контрольні роботи;
- екзамен.

#### Питання до екзамену

1. Криволінійні координати на поверхні.
2. Криві на поверхні.
3. Рівняння дотичної площини і нормалі до кривої на поверхні.
4. Перша основна квадратична форма. Внутрішня геометрія поверхні.
5. Довжина дуги кривої на поверхні.
6. Кут між кривими на поверхні.
7. Площа області на поверхні.
8. Друга основна квадратична форма.
9. Короткий запис другої основної квадратичної форми.
10. Основна формула для кривини кривої на поверхні.

11. Теорема Менъе.
12. Геометрична інтерпретація теореми Менъе.
13. Лінійна вектор-функція на площині.
14. Власні напрями і власні значення лінійної вектор-функції.
15. Основна вектор-функція і головні напрями.
16. Дослідження кривини нормальних перетинів.
17. Формула Ейлера. Головні кривини.
18. Формула Родріга.
19. Обчислення головних кривин.
20. Обчислення головних напрямів.
21. Омбілічні точки
22. Гаусова кривина. Середня кривина поверхні.
23. Еліптичні точки на поверхні.
24. Гіперболічні точки на поверхні.
25. Параболічні точки на поверхні.
26. Лінії кривини.
27. Необхідна і достатня умова збігу координатної сітки з сіткою ліній кривини.
28. Асимптотичні лінії.
29. Необхідна і достатня умова збігу координатної сітки з мережею асимптотичних ліній.
30. Третя основна квадратична форма.
31. Спряжені напрями.
32. Сферичне відображення поверхні.
33. Лінійчаті поверхні.
34. Необхідна і достатня умова для того, щоб лінійчата поверхня була тією, що розгортається.
35. Необхідна і достатня умова збігу координатних ліній з асимптотичними
36. Горлова лінія.
37. Будова поверхні, що розгортається.
38. Ребро повернення поверхні, що розгортається.
39. Обвідна сімейства поверхонь від одного параметра.
40. Коефіцієнти першої квадратичної форми
41. Дотична площина
42. Супроводжуючий тригранник кривий
43. Необхідна і достатня умова поверхні, що розгортається.
44. Обвідна сімейства кривих.
45. Властивості одиничної вектор-функції.
46. Формули Френе.
47. Еволюта.
48. Индикатриса Дюпена.
49. Кривина просторової кривої.
50. Скрут. Натуральне рівняння кривої.

## 7. Рекомендована література

### Основна

1. Бойчук О.А., Чуйко С.М. Конструктивні методи аналізу крайових задач теорії нелінійних коливань. – Слов'янськ. – Вид. Б.І. Маторіна. – 2021. – 412 с.
2. Чуйко С.М. Практикум з теорії лінійних крайових задач. – Слов'янськ: Вид. Б.І. Маторіна. – 2020. – 236 с.
3. Маринець К. В. Диференціальні рівняння вищих порядків. Системи диференціальних рівнянь першого порядку. Частина II: Навч. посіб. – Ужгород: УжНУ, 2017. – 99 с.
4. Маринець К. В. Стійкість систем звичайних диференціальних рівнянь. Диференціальні рівняння в частинних похідних першого порядку. Частина III: Навч. посіб. – Ужгород: УжНУ, 2017. – 53 с.
5. Літвін Н.В. Диференціальні рівняння. Методи інтегрування. Практичний курс. – Маріуполь. – ПДТУ. – 2017. – 127 с.
6. Урманчев В.І. Якісна теорія диференціальних рівнянь. – Київ. – Держ. служба статистики. – 2018. – 41 с.
7. Лиходєєва Г., Пастрева К. Диференціальні рівняння: працюємо самостійно. – К.: Центр навчальної літератури. – 2018.- 144 с.

### Допоміжна

1. Богач І.В., Краковецький О.Ю., Крилик Л.В. Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь засобами MathCAD: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ. – 2020. – 106 с.
2. Килимник І.М., Яримбаш Д.С. Диференціальні рівняння. Навчальний посібник. – Запоріжжя. – Запорізький національний технічний університет. – 2018. – 102 с.
3. Лиходєєва Г. В., Пастирева К. Ю. Диференціальні рівняння. Навчальний посібник. Ч. I. Звичайні диференціальні рівняння. – Київ. – Центр навчальної літератури. – 2018. – 144 с.
4. Лиходєєва Г. В., Пастирева К. Ю. Диференціальні рівняння. Навчальний посібник. Ч. II. Диференціальні рівняння вищих порядків. – Київ. – Центр навчальної літератури. – 2018. – 140 с.
5. Теплінський Ю.В. Інваріантні тори різницевого рівняння у просторах обмежених числових послідовностей. – Кам'янець-Подільський. – 2018. – 194 с.

## 8. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. <https://www.youtube.com/watch?v=p1JKXbW5eTU>  
Курс відеолекцій «Математичний аналіз»
2. <http://mathserfer.com/>  
Приклади розв'язків математичних задач.
3. <http://www.mat.net.ua/index.html>  
Каталог книг з математичних дисциплін.

## 9. Посилання на дистанційний курс

Дистанційний курс дисципліни на освітньому контенті в CMS Moodle  
<http://ddpu.edu.ua:9090/moodle/course/view.php?id=966>