



# МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В АНАЛІТИЧНІЙ ЕКОНОМІЦІ: ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ В АНАЛІЗІ ДИНАМІЧНИХ ЕКОНОМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ (ПО 13)

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>05 Соціальні та поведінкові науки</i>
Спеціальність	<i>051 Економіка</i>
Освітня програма	<i>Економічна кібернетика</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин (4 кредити)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, модульна контрольна робота, розрахункова робота</i>
Розклад занять	<i>1 лекція та 1 практичне заняття на тиждень</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>к.ф.-м.н., доцент Лазаренко Ірина Сергіївна, email: irynalazar@gmail.com тел. 063 306 35 11 (Telegram)</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom: <a href="https://classroom.google.com/c/MzlwNDE5NjAwNzAy">https://classroom.google.com/c/MzlwNDE5NjAwNzAy</a></i>

## 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей:

### ЗДАТНОСТЕЙ:

- до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- приймати обґрунтовані рішення;
- проводити якісний аналіз динамічних організаційних систем.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

### ЗНАННЯ:

- теоретичних положень звичайних диференціальних рівнянь та їх систем;
- методологічного інструментарію для обґрунтування управлінських рішень в організаційних системах;
- технологій побудови розв'язків динамічних моделей та їх якісний аналіз.

### УМІННЯ:

- застосовувати аналітичний та методичний інструментарій для обґрунтування пропозицій та прийняття управлінських рішень різними економічними агентами (індивідуумами, домогосподарствами, підприємствами та органами державної влади);
- абстрактно мислити, застосовувати аналіз та синтез для виявлення ключових характеристик економічних систем різного рівня, а також особливостей поведінки їх суб'єктів;
- створювати динамічні моделі у вигляді систем диференціальних рівнянь та проводити аналіз їх розв'язків.

## 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Курс ґрунтується на засвоєних студентами дисципліни: «Математика для економістів». Курс передуює вивченню Освітнього компоненту 1 Ф-Каталогу.

## 3. Зміст навчальної дисципліни

### Розділ 1. Звичайні диференціальні рівняння першого та вищих порядків

- Тема 1. Диференціальні рівняння першого порядку.
- Тема 2. Однорідні диференціальні рівняння.
- Тема 3. Лінійні рівняння першого порядку.
- Тема 4. Рівняння в повних диференціалах.
- Тема 5. Існування і єдиність розв'язку задачі Коші.
- Тема 6. Лінійні однорідні рівняння.
- Тема 7. Лінійні неоднорідні рівняння.
- Тема 8. Лінійні однорідні рівняння зі сталими коефіцієнтами.
- Тема 9. Лінійні неоднорідні рівняння другого порядку.
- Тема 10. Лінійні диференціальні рівняння другого порядку.

### Розділ 2. Системи диференціальних рівнянь

- Тема 11. Системи диференціальних рівнянь.
- Тема 12. Однорідні системи лінійних диференціальних рівнянь.
- Тема 13. Лінійні системи зі сталими коефіцієнтами.
- Тема 14. Лінійні неоднорідні системи.
- Тема 15. Стійкість розв'язків диференціальних рівнянь.

Тема 16. Стійкість розв'язків лінійних однорідних систем диференціальних рівнянь.

Тема 17. Дослідження стійкості методом функцій Ляпунова. Фазові портрети

Тема 18. Диференціальні рівняння коливань.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### 1. Базова література

1. Самойленко А.М., Перестюк М.О., Парасюк І.О. Диференціальні рівняння. – К.: Либідь, 2003.
2. Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк М.О. Диференціальні рівняння в задачах. – К.: Либідь, 2003.
3. Фартушний І.Д., Капустян О.В., Сукретна А.В. Диференціальні рівняння. Навчальний посібник. – К.:Видавництво«Політехніка», 2011.
4. Филлипов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. – М.: НИЦ, 2004.

##### 2. Допоміжна література

5. Головач Г.П., Калайда О.Ф. Збірник задач з диференціальних та інтегральних рівнянь. – К.: Техніка, 1997.
6. Петровський І.Г. лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. – М.: Изд-во МГУ, 1984.
7. Пискунов Н.С. дифференциальное и интегральное исчисление для вузов. Т.2.  
Основним матеріалом є джерела 3 та 4 з базової літератури, які є в наявності в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського

#### Навчальний контент

##### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні (семінарські)	СРС
1	2	3	4	5
<b>Розділ 1. Звичайні диференціальні рівняння першого та вищих порядків</b>				
<u>Тема 1.</u> Диференціальні рівняння першого порядку.	5	2	2	1
<u>Тема 2.</u> Однорідні диференціальні рівняння.	5	2	2	1
<u>Тема 3.</u> Лінійні рівняння першого порядку.	5	2	2	1
<u>Тема 4.</u> Рівняння в повних диференціалах.	4	2	1	1
<u>Тема 5.</u> Існування і єдиність розв'язку задачі Коші.	5	2	2	1
<u>Тема 6.</u> Лінійні однорідні рівняння.	5	2	2	1
<u>Тема 7.</u> Лінійні неоднорідні рівняння.	5	2	2	1
<u>Тема 8.</u> Лінійні однорідні рівняння зі сталими коефіцієнтами.	5	2	2	1
<u>Тема 9.</u> Лінійні неоднорідні рівняння другого порядку.	5	2	2	1
<u>Тема 10.</u> Лінійні диференціальні рівняння другого порядку.	5	2	2	1
<i>Модульна контрольна робота</i>	3		1	2
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>52</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>12</b>
<b>Розділ 2. Системи диференціальних рівнянь</b>				
<u>Тема 11.</u> Системи диференціальних рівнянь.	5	2	2	1

<u>Тема 12.</u> Однорідні системи лінійних диференціальних рівнянь.	5	2	1	2
<u>Тема 13.</u> Лінійні системи зі сталими коефіцієнтами.	6	2	2	2
<u>Тема 14.</u> Лінійні неоднорідні системи.	5	2	2	1
<u>Тема 15.</u> Стійкість розв'язків диференціальних рівнянь.	5	2	2	1
<u>Тема 16.</u> Стійкість розв'язків лінійних однорідних систем диференціальних рівнянь.	6	2	2	2
<u>Тема 17.</u> Дослідження стійкості методом функцій Ляпунова	6	2	2	2
<u>Тема 18.</u> Диференціальні рівняння коливань.	4	2	0	2
<i>Модульна контрольна робота</i>	3		1	2
<i>Розрахункова робота</i>	15			15
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>60</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>30</b>
<b>Залік</b>	<b>8</b>		<b>2</b>	<b>6</b>
<b>Всього годин</b>	<b>120</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>48</b>

### 5.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
1	<p><b>Тема 1. Диференціальні рівняння першого порядку.</b></p> <p>1.1. Загальні поняття та визначення;  1.2. Рівняння з відокремлюваними змінними;  1.3. Задачі, які зводяться до диференціальних рівнянь першого порядку.  Література: основна – [1], додаткова – [5,6].  Завдання на СРС:  1. Задачі, які зводяться до диференціальних рівнянь першого порядку.</p>
2	<p><b>Тема 2. Однорідні диференціальні рівняння.</b></p> <p>2.1. Однорідність диференціальних рівнянь;  2.2. Квазіоднорідні диференціальні рівняння;  Література: основна – [1,2], додаткова – [7].  Завдання на СРС:  1. Приклади диференціальних рівнянь.</p>
3	<p><b>Тема 3. Лінійні рівняння першого порядку.</b></p> <p>3.1. Метод варіації довільної сталої (метод Лагранжа);  3.2. Метод Бернуллі;  3.3. Метод інтегруючого множника.  Література: основна – [2], додаткова – [5,7].  Завдання на СРС:  1. Повторення лекційного матеріалу.</p>
4	<p><b>Тема 4. Рівняння в повних диференціалах.</b></p> <p>4.1. Рівняння в повних диференціалах. Необхідна і достатня умова;  4.2. Інтегровальний множник;</p>

	<p>4.3. Види інтегровальних множників. Література: основна – [3], додаткова – [5]. Завдання на СРС: 1. Знаходження інтегровального множника, що за лежить від двох змінних.</p>
5	<p style="text-align: center;"><b>Тема 5. Існування і єдиність розв'язку задачі Коші.</b></p> <p>5.1. Автономні задачі Коші; 5.2. Теорема Пікара; 5.3. Теорема Пеано; 5.4. Особливі розв'язки. Література: основна – [1,2], додаткова – [5-7]. Завдання на СРС: 1. Крайова задача; 2. Задача Коші.</p>
6	<p style="text-align: center;"><b>Тема 6. Лінійні однорідні рівняння.</b></p> <p>6.1. Основні поняття; 6.2. Умови лінійної залежності і незалежності функцій; 6.3. Формула Ліувілля-Остроградського. Література: основна – [3], додаткова – [6]. Завдання на СРС: 1. Застосування лінійних однорідних рівнянь; 2. Знаходження розв'язків лінійних однорідних рівнянь</p>
7	<p style="text-align: center;"><b>Тема 7. Лінійні неоднорідні рівняння.</b></p> <p>7.1. Метод варіації довільної сталої (метод Лагранжа); 7.2. Метод Коші; 7.3. Принцип суперпозиції розв'язків. Література: основна – [2], додаткова – [5,7]. Завдання на СРС: 1. Вивчити лекційний матеріал.</p>
8	<p style="text-align: center;"><b>Тема 8. Лінійні однорідні рівняння зі сталими коефіцієнтами.</b></p> <p>8.1. Визначення та розв'язок; 8.2. Рівняння Ейлера; 8.3. Рівняння Лагранжа. Література: основна – [1,2], додаткова – [5]. Завдання на СРС: 1. Вивчити лекційний матеріал.</p>
9	<p style="text-align: center;"><b>Тема 9. Лінійні неоднорідні рівняння другого порядку.</b></p> <p>9.1. Лінійні неоднорідні рівняння n-го порядку; 9.2. Загальний розв'язок неоднорідного рівняння; 9.3. Метод невизначених коефіцієнтів. Література: основна – [2,3], додаткова – [5,6]. Завдання на СРС: 1. Вивчити лекційний матеріал.</p>
10	<p style="text-align: center;"><b>Тема 10. Лінійні диференціальні рівняння другого порядку.</b></p> <p>10.1. Перетворення рівнянь і властивості їх розв'язків; 10.2. Гіпергеометричне рівняння (рівняння Гауса); 10.3. Рівняння Бесселя.</p>

	<p>Література: основна – [3], додаткова – [7].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <p>1. Вивчити лекційний матеріал.</p>
11	<p><b>Тема 11. Системи диференціальних рівнянь.</b></p> <p>11.1. Загальні питання теорії систем в нормальній формі;</p> <p>11.2. Загальні питання теорії систем в симетричній формі;</p> <p>11.3. Розв'язок системи.</p> <p>Література: основна – [1-3], додаткова – [5].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <p>1. Вивчити лекційний матеріал.</p>
12	<p><b>Тема 12. Однорідні системи лінійних диференціальних рівнянь.</b></p> <p>12.1. Поняття однорідної системи лінійних диференціальних рівнянь;</p> <p>12.2. Фундаментальна система розв'язків;</p> <p>12.3. Визначник Вронського.</p> <p>Література: основна – [1,3], додаткова – [6].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <p>1. Вивчити лекційний матеріал.</p>
13	<p><b>Тема 13. Лінійні системи зі сталими коефіцієнтами.</b></p> <p>13.1. Вигляд лінійної системи зі сталими коефіцієнтами;</p> <p>13.2. Метод Ейлера;</p> <p>13.3. Метод знаходження фундаментальної матриці системи.</p> <p>Література: основна – [2], додаткова – [5-7].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <p>1. Вивчити лекційний матеріал.</p>
14	<p><b>Тема 14. Лінійні неоднорідні системи.</b></p> <p>14.1. Метод варіації довільної сталої;</p> <p>14.2. Метод невизначених коефіцієнтів;</p> <p>14.3. Власні числа матриці.</p> <p>Література: основна – [1,3], додаткова – [7].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <p>1. Вивчити лекційний матеріал.</p>
15	<p><b>Тема 15. Стійкість розв'язків диференціальних рівнянь.</b></p> <p>15.1. Поняття стійкості розв'язків;</p> <p>15.2. Асимптотична стійкість.</p> <p>Література: основна – [1], додаткова – [5].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <p>1. Виникнення стійкості в диференціальних рівняннях.</p>
16	<p><b>Тема 16. Стійкість розв'язків лінійних однорідних систем диференціальних рівнянь.</b></p> <p>16.1. Теореми стійкості, асимптотичної стійкості та нестійкості лінійних однорідних систем диференціальних рівнянь;</p> <p>16.2. Теорема Рауса-Гурвіца;</p> <p>16.3. Критерій стійкості по першому наближенню.</p> <p>Література: основна – [1,2], додаткова – [6].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <p>1. Вивчити лекційний матеріал.</p>

17	<p align="center"><b>Тема 17. Дослідження стійкості методом функцій Ляпунова.</b></p> <p>17.1. Прямий метод та його узагальнення;  17.2. Метод першого наближення;  17.3. Теореми Ляпунова.  Література: основна – [3], додаткова – [5,7].  Завдання на СРС: Вивчити лекційний матеріал.</p>
18	<p align="center"><b>Тема 18. Диференціальні рівняння коливань.</b></p> <p>18.1. Вільні гармонічні коливання;  18.2. Вимушені коливання. Резонанс.  Література: основна – [1-2], додаткова – [7].  Завдання на СРС: Вивчити лекційний матеріал.</p>

## 5.2. Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять

- розв'язування диференціальних рівнянь;
- знаходження розв'язку лінійних диференціальних систем та дослідження їх на стійкість.

№ з/п	Назва теми заняття
1	<p align="center"><b>Тема 1. Диференціальні рівняння першого порядку.</b></p> <p align="center"><i>Практичне заняття №1</i></p> <p>1.1. Загальні поняття та визначення;  1.2. Рівняння з відокремлюваними змінними;  1.3. Задачі, які зводяться до диференціальних рівнянь першого порядку.  Література: основна – [1,4], додаткова – [5].  Завдання на СРС:  1. Задачі, які зводяться до диференціальних рівнянь першого порядку.</p>
2	<p align="center"><b>Тема 2. Однорідні диференціальні рівняння.</b></p> <p align="center"><i>Практичне заняття №2</i></p> <p>2.1. Однорідність диференціальних рівнянь;  2.2. Квазіоднорідні диференціальні рівняння;  Література: основна – [1,2,4], додаткова – [7].  Завдання на СРС:  1. Приклади диференціальних рівнянь.</p>
3	<p align="center"><b>Тема 3. Лінійні рівняння першого порядку.</b></p> <p align="center"><i>Практичне заняття №3</i></p> <p>3.1. Метод варіації довільної сталої (метод Лагранжа);  3.2. Метод Бернуллі;  3.3. Метод інтегруючого множника.  Література: основна – [4], додаткова – [5,7].  Завдання на СРС:  Самостійне розв'язання задач.</p>
4	<p align="center"><b>Тема 4. Рівняння в повних диференціалах.</b></p> <p align="center"><i>Практичне заняття №4</i></p>

	<p>4.1. Рівняння в повних диференціалах. Необхідна і достатня умова;</p> <p>4.2. Інтегрувальний множник;</p> <p>4.3. Види інтегрувальних множників.</p> <p>Література: основна – [3], додаткова – [5].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <p>1. Знаходження інтегрувального множника, що за лежить від двох змінних.</p>
5	<p style="text-align: center;"><b>Тема 5. Існування і єдиність розв’язку задачі Коші.</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Практичне заняття №4</i></p> <p>5.1. Автономні задачі Коші;</p> <p>5.2. Теорема Пікара;</p> <p>5.3. Теорема Пеано;</p> <p>5.4. Особливі розв’язки.</p> <p>Література: основна – [4], додаткова – [5-7].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Крайова задача;</li> <li>2. Задача Коші.</li> </ol>
6	<p style="text-align: center;"><b>Тема 6. Лінійні однорідні рівняння.</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Практичне заняття №5</i></p> <p>6.1. Основні поняття;</p> <p>6.2. Умови лінійної залежності і незалежності функцій;</p> <p>6.3. Формула Ліувілля-Остроградського.</p> <p>Література: основна – [3,4], додаткова – [6].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Застосування лінійних однорідних рівнянь;</li> <li>2. Знаходження розв’язків лінійних однорідних рівнянь.</li> </ol>
7	<p style="text-align: center;"><b>Тема 7. Лінійні неоднорідні рівняння.</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Практичне заняття №7</i></p> <p>7.1. Метод варіації довільної сталої (метод Лагранжа);</p> <p>7.2. Метод Коші;</p> <p>7.3. Принцип суперпозиції розв’язків.</p> <p>Література: основна – [2,4], додаткова – [5,7].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Самостійне розв’язання задач.</li> </ol>
8	<p style="text-align: center;"><b>Тема 8. Лінійні однорідні рівняння зі сталими коефіцієнтами.</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Практичне заняття №8</i></p> <p>8.1. Визначення та розв’язок;</p> <p>8.2. Рівняння Ейлера;</p> <p>8.3. Рівняння Лагранжа.</p> <p>Література: основна – [1,2,4], додаткова – [5].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Самостійне розв’язання задач</li> </ol>
9	<p style="text-align: center;"><b>Тема 9. Лінійні неоднорідні рівняння другого порядку.</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Практичне заняття №9</i></p> <p>9.1. Лінійні неоднорідні рівняння n-го порядку;</p> <p>9.2. Загальний розв’язок неоднорідного рівняння;</p> <p>9.3. Метод невизначених коефіцієнтів.</p>



	<p>Література: основна – [4], додаткова – [5,6].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <p>1. Самостійне розв’язання задач</p>
10	<p align="center"><b>Тема 10. Лінійні диференціальні рівняння другого порядку.</b></p> <p align="center"><i>Практичне заняття №10</i></p> <p>10.1. Перетворення рівнянь і властивості їх розв’язків;</p> <p>10.2. Гіпергеометричне рівняння (рівняння Гауса);</p> <p>10.3. Рівняння Бесселя.</p> <p>Література: основна – [3,4], додаткова – [7].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <p>1. Самостійне розв’язання задач</p>
11	<p align="center"><b>Тема 11. Системи диференціальних рівнянь.</b></p> <p align="center"><i>Практичне заняття №11</i></p> <p>11.1. Загальні питання теорії систем в нормальній формі;</p> <p>11.2. Загальні питання теорії систем в симетричній формі;</p> <p>11.3. Розв’язок системи.</p> <p>Література: основна – [1-4], додаткова – [5].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <p>1. Самостійне розв’язання задач.</p>
12	<p align="center"><b>Тема 12. Однорідні системи лінійних диференціальних рівнянь.</b></p> <p align="center"><i>Практичне заняття №12</i></p> <p>12.1. Поняття однорідної системи лінійних диференціальних рівнянь;</p> <p>12.2. Фундаментальна система розв’язків;</p> <p>12.3. Визначник Вронського.</p> <p>Література: основна – [1,3,4], додаткова – [6,7].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <p>1. Самостійне розв’язання задач.</p>
13	<p align="center"><b>Тема 13. Лінійні системи зі сталими коефіцієнтами.</b></p> <p align="center"><i>Практичне заняття №12</i></p> <p>13.1. Вигляд лінійної системи зі сталими коефіцієнтами;</p> <p>13.2. Метод Ейлера;</p> <p>13.3. Метод знаходження фундаментальної матриці системи.</p> <p>Література: основна – [2,4], додаткова – [5-7].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <p>1. Самостійне розв’язання задач</p>
14	<p align="center"><b>Тема 14. Лінійні неоднорідні системи.</b></p> <p align="center"><i>Практичне заняття №13</i></p> <p>14.1. Метод варіації довільної сталої;</p> <p>14.2. Метод невизначених коефіцієнтів;</p> <p>14.3. Власні числа матриці.</p> <p>Література: основна – [1,3,4], додаткова – [7].</p> <p>Завдання на СРС:</p> <p>1. Самостійне розв’язання задач.</p>
15	<p align="center"><b>Тема 15. Стійкість розв’язків диференціальних рівнянь.</b></p>

	<p style="text-align: center;"><i>Практичне заняття №15</i></p> <p>15.1. Поняття стійкості розв'язків; 15.2. Асимптотична стійкість. Література: основна – [1,4], додаткова – [5]. Завдання на СРС: 1. Виникнення стійкості в диференціальних рівняннях.</p>
16	<p style="text-align: center;"><b>Тема 16. Стійкість розв'язків лінійних однорідних систем диференціальних рівнянь.</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Практичне заняття №16</i></p> <p>16.1. Теорема стійкості, асимптотичної стійкості та нестійкості лінійних однорідних систем диференціальних рівнянь; 16.2. Теорема Рауса-Гурвіца; 16.3. Критерій стійкості по першому наближенню. Література: основна – [1,4], додаткова – [6]. Завдання на СРС: 1. Самостійне розв'язання задач</p>
17	<p style="text-align: center;"><b>Тема 17. Дослідження стійкості методом функцій Ляпунова.</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Практичне заняття №17</i></p> <p>17.1. Прямий метод та його узагальнення; 17.2. Метод першого наближення; 17.3. Теорема Ляпунова. Література: основна – [3], додаткова – [5,7]. Завдання на СРС: 1. Самостійне розв'язання задач</p>
18	<p style="text-align: center;"><b>Залік</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Практичне заняття №18</i></p>

### 6. Самостійна робота студента/аспіранта

- Підготовка до практичних занять (повторення лекції, виконання домашнього завдання) -1 год на тиждень;
- Виконання розрахункової роботи – 10-12 годин.

### Політика та контроль

#### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Мета проведення практичних занять з навчальної дисципліни полягає в систематизації, закріпленні і поглибленні знань, одержаних при вивченні теоретичного курсу дисципліни «Диференціальні рівняння»; у набутті студентами професійних знань і вмінь, необхідних для практичної роботи у сфері моделювання та аналітики; вихованні загальної інформаційної культури, математичної обізнаності для роботи на ринку інформаційних технологій, обробки та аналізу даних методами теорії диференціальних рівнянь.

Після здачі та перевірки розрахункової роботи студент захищає її шляхом відповіді на теоретичні та практичні завдання.

Додаткові бали можуть бути надані у зв'язку з активною роботою на заняттях.

Штрафні бали можуть бути зняті за несвоєчасну здачу розрахункової роботи.

Політика перескладань:

- можна перескласти одну контрольну роботу за семестр, при чому максимум балів встановлюється на рівні двох третіх від початкового;
- залік перескладається за умови отримання незадовільної оцінки протягом додаткової сесії.

Всі дії студента та викладача мають бути у відповідності до:

[Кодекс честі КПІ ім. Ігоря Сікорського](#)  
[Положення про систему запобігання академічному плагіату](#)

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

- Розрахункову роботу;
- 5 відповідей на практичних заняттях;
- Модульну контрольну роботу.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

### 1. Відповіді на практичних заняттях

- активна творча робота – 2 бали;
- плідна робота – 1 бал;
- пасивна робота – 0 балів.

П'ять відповідей надають максимум 10 балів рейтингу.

### 2. Розрахункова робота

Ваговий бал – 40.

- «відмінно» – повне виконання розрахункової роботи (не менше 95%) – 37-40 балів;
- «добре» – достатньо повне виконання розрахункової роботи (не менше 75%) або повне виконання незначними неточностями – 27-36 бали;
- «задовільно» – неповне виконання розрахункової роботи (не менше 60%) та незначні помилки – 24-27 балів;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

За несвоєчасну здачу розрахункової роботи віднімається 5 балів.

### 3. МКР

МКР складається з 2 письмових контрольних робіт по 25 балів. Сумарний бал – 50.

Кожна контрольна робота містить по 5 завдань, які оцінюються за наступною шкалою:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 5 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 4 бали;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3 бали;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

### **Розрахунок шкали (RD) рейтингу:**

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає  $RD = R_c = 100$  балів.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 31 бал. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 15 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 13 тижнів «ідеальний студент» має набрати 62 бали. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 30 балів.

Умова допуску до заліку – здана РР та семестровий рейтинг не менше 40 балів. За результатами семестру студент може отримати свою оцінку відповідно до університетської шкали. Якщо студент отримав менше 60 балів, але він допущений до заліку, йому надається можливість набрати 20 балів рейтингу, розв'язавши не більше 4 практичних або теоретичних завдань по 5 балів за кожний:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 5 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 4 бали;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3 бали;

- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

Якщо студент не згоден з оцінкою, він може написати письмовий залік на 60 балів (попередній рейтинг, крім індивідуального завдання, анулюється):

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 56-60 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 45-55 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 36-44 бали;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

В письмовому заліку буде 5 питань (3 теоретичних та 2 практичних).

До рейтингу можливе додавання 5 заохочувальних балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
PP не зараховано або менше 36	Не допущено

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### Теоретичні питання до залікової контрольної роботи

1. Звичайні диференціальні рівняння першого порядку, задачі, що приводять до диференціальних рівнянь
2. Метод відокремлення змінних
3. Однорідні диференціальні рівняння першого порядку
4. Метод ізоклін
5. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Метод Бернуллі
6. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Метод варіації довільної сталої
7. Задача Коші. Умови існування та єдиності розв'язку задачі Коші
8. Рівняння у повних диференціалах
9. Диференціальні рівняння вищих порядків, які допускають зниження порядку. Рівняння, яке не містить шуканої функції та кількох послідовних похідних
10. Диференціальні рівняння вищих порядків, які допускають зниження порядку. Рівняння, яке не містить незалежної змінної
11. Диференціальні рівняння вищих порядків, які допускають зниження порядку. Рівняння, однорідне відносно шуканої функції та її похідних
12. Лінійні однорідні рівняння другого порядку
13. Лінійні неоднорідні рівняння другого порядку. Метод невизначених коефіцієнтів
14. Лінійні неоднорідні рівняння другого порядку. Метод Лагранжа
15. Системи лінійних однорідних диференціальних рівнянь. Метод виключення
16. Системи лінійних однорідних диференціальних рівнянь. Матричний метод
17. Системи лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь.
18. Поняття стійкості. Асимптотична стійкість. Стійкість за Ляпуновим.
19. Стійкість за першим наближенням

20. Критерій стійкості Рауса – Гурвіца
21. Критерій стійкості Михайлова
22. Дослідження на стійкість за методом функцій Ляпунова
23. Класифікація точок спокою автономної системи (фазові портрети)
24. Диференціальні рівняння в частинних похідних. Крайова задача.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** к.ф.-м.н., доцент Лазаренко Ірина Сергіївна

*Ухвалено кафедрою економічної кібернетики (протокол № 14 від 29.06.2022 р.)*

*Погоджено Методичною комісією факультету менеджменту та маркетингу (протокол № 11 від 06.07.2022 р.)*