

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

(повне найменування вищого навчального закладу)

економічного факультету

(назва інституту / факультету)

Кафедра економіко-математичного моделювання

(назва кафедри)

В.о. декана

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

/Роман ГРЕШКО/

2024 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни**

Моделювання економічної динаміки I

(назва навчальної дисципліни)

вибіркова

(вказати: обов'язкова / вибіркова)

Освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика»

(назва програми)

Спеціальність 051 Економіка

(вказати: код, назва)

Галузь знань 05 Соціальні та поведінкові науки

(вказати: шифр, назва)

Рівень вищої освіти перший бакалаврський

(вказати: перший бакалаврський/другий магістерський)

економічний факультет

(назва факультету/інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

Мова навчання українська

(вказати: на якій мові читається дисципліна)

Чернівці 2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни Моделювання економічної динаміки I складена відповідно до освітньо-професійної програми «Економічна кібернетика» (2021 рік)

Розробник: Скращук Л.В., асистент кафедри економіко-математичного моделювання, к.е.н.

(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри економіко-математичного моделювання

Протокол № 1 від "12" серпня 2024 року

Завідувач кафедри


(підпис)

Григорків В.С.
(прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою факультету

Протокол № 1 від "12" серпня 2024 року

Голова методичної ради факультету


(підпис)

Грешко Р.І.
(прізвище та ініціали)

1. Мета навчальної дисципліни: формування системи теоретичних знань і практичних навичок побудови та аналізу математичних моделей динаміки розвитку економічних процесів.

Перевагою вивчення навчальної дисципліни є те, що на відміну від статичних динамічні моделі описують не стан, а процес розвитку економіки, установлюючи безпосередній взаємозв'язок між попередніми та наступними його етапами і тим самим наближаючи аналітичні висновки на основі економіко-математичної моделі до реальних умов розвитку економічної системи.

Дисципліна „Моделювання економічної динаміки І» є вибірковою компонентою у підготовці студентів освітньо-професійної програми «Економічна кібернетика» та спрямована на формування у них комплексних знань з побудови та дослідження різних економічних задач практики, які моделюються диференціальними рівняннями.

2. Результати навчання: засвоєння теоретичних положень та опанування практичних навичок щодо побудови та дослідження динамічних моделей.

Відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів галузі знань 05 Соціальні та поведінкові науки за спеціальністю 051 Економіка (освітня програма: «Економічна кібернетика») вивчення дисципліни сприяє формуванню компетентностей та програмних результатів навчання:

Загальні та фахові компетентності:

ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК8. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК12. Навички міжособистісної взаємодії.

СК4. Здатність пояснювати економічні та соціальні процеси і явища на основі теоретичних моделей, аналізувати і змістовно інтерпретувати отримані результати.

СК6. Здатність застосовувати економіко-математичні методи та моделі для вирішення економічних задач.

СК11. Здатність обґрунтовувати економічні рішення на основі розуміння закономірностей економічних систем і процесів та із застосуванням сучасного методичного інструментарію.

СК12. Здатність самостійно виявляти проблеми економічного характеру при аналізі конкретних ситуацій, пропонувати способи їх вирішення.

Програмні результати навчання:

ПРН 4. Розуміти принципи економічної науки, особливості функціонування економічних систем.

ПРН 5. Застосовувати аналітичний та методичний інструментарій для обґрунтування пропозицій та прийняття управлінських рішень різними економічними агентами (індивідуумами, домогосподарствами, підприємствами та органами державної влади).

ПРН 7. Пояснювати моделі соціально-економічних явищ з погляду фундаментальних принципів і знань на основі розуміння основних напрямів розвитку економічної науки.

ПРН8. Застосовувати відповідні економіко-математичні методи та моделі для вирішення економічних задач.

ПРН 12. Застосовувати набуті теоретичні знання для розв'язання практичних завдань.

ПРН 23. Показувати навички самостійної роботи, демонструвати критичне, креативне, самокритичне мислення.

3. Опис навчальної дисципліни

3.1. Загальна інформація

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	3	5	3	90	30	30	-	-	30		залік
Заочна	3	5	3	90	4	4	-	-	82		залік

3.2. Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
		Л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Змістовий модуль 1. Формалізація економічних моделей диференціальними рівняннями першого порядку													
Тема 1. Формалізація моделей диференціальними рівняннями з відокремлюваними змінними 1. Диференціальне рівняння першого порядку 2. Диференціальне рівняння першого порядку, розв'язане відносно похідної 3. Поняття розв'язку диференціального рівняння першого порядку 4. Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними	8	2	2	-	-	4	8	1	1	-	-	6	
Тема 2. Формалізація моделей однорідними диференціальними рівняннями та звідними до них 1. Однорідна функція степеня k 2. Однорідне диференціальне рівняння першого порядку 3. Звідні до однорідних диференціальні рівняння	14	6	4	-	-	4	14	1	1	-	-	12	

Тема 3. Формалізація моделей лінійними диференціальними рівнянь першого порядку 1. Лінійне диференціальне рівняння першого порядку 2. Лінійне однорідне диференціальне рівняння 3. Лінійне неоднорідне диференціальне рівняння 4. Метод варіації сталих	11	3	4	-	-	4	11	1	1	-	-	9
Тема 4. Формалізація моделей рівняннями в повних диференціалах 1. Моделі рівнянь в повних диференціалах 2. Теорема про необхідну і достатню умову рівнянь в повних диференціалах	9	2	3	-	-	4	9	1	1	-	-	7
Тема 5. Формалізація моделей диференціальними рівняннями, які не розв'язані відносно похідної 1. Найпростіші типи рівнянь не розв'язаних відносно похідної 2. Метод введення параметра	8	2	2	-	-	4	8	-	-	-	-	8
Разом за ЗМ1	50	15	15			20	50	4	4	-	-	42
Змістовий модуль 2. Формалізація економічних моделей диференціальними рівняннями вищих порядків												
Тема 6. Формалізація моделей диференціальними рівняннями вищих порядків, що допускають зниження порядку 1. Диференціальні рівняння вищих порядків 2. Теорема про існування та єдність розв'язку задачі Коші 3. Найпростіші типи диференціальних рівнянь, що допускають зниження порядку	10	2	3	-	-	5	10	-	-	-	-	10
Тема 7. Формалізація моделей лінійними диференціальними рівняннями вищих порядків 1. Лінійні диференціальні рівняння n -го порядку 2. Розв'язок лінійного однорідного диференціального рівняння 3. Фундаментальна система розв'язків 4. Лінійні однорідні диференціальні рівняння n -го порядку зі сталими коефіцієнтами 5. Метод Ейлера, характеристичне рівняння 6. Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами і правою частиною квазімногочлена	10	4	5	-	-	1	10	-	-	-	-	10

Тема 8. Формалізація моделей системами лінійних диференціальних рівнянь 1. Загальні поняття теорії систем диференціальних рівнянь 2. Метод виключення розв'язання нормальної системи диференціальних рівнянь 3. Метод інтегровних комбінацій 4. Лінійні неоднорідні системи диференціальних рівнянь n -го порядку 5. Лінійні однорідні системи зі сталими коефіцієнтами 6. Лінійні неоднорідні системи зі сталими коефіцієнтами	10	4	5	-	-	1	10	-	-	-	-	10
Тема 9. Стійкість розв'язків диференціальних моделей 1. Загальні поняття теорії стійкості 2. Стійкість розв'язків лінійних систем диференціальних рівнянь 3. Дослідження на стійкість за першим наближенням 4. Дослідження на стійкість за допомогою функцій Ляпунова	10	5	2	-	-	3	10	-	-	-	-	10
Разом за ЗМ 2	40	15	15			10	-	-	-	-	-	40
Усього годин	90	30	30			30	90	4	4	-	-	82

3.3. Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість годин	
		Денна ф.н.	Заочна ф.н.
1	Побудова та дослідження диференціальних моделей першого порядку з відокремлюваними змінними <i>Завдання:</i> - опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми - на основі файлу (Moodle) виконати практичні завдання	2	1
2	Моделі однорідних диференціальних моделей звідних до них <i>Завдання:</i> - опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми - на основі файлу (Moodle) виконати практичні завдання	4	1
3	Моделі лінійних диференціальними рівнянь першого порядку <i>Завдання:</i> - опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми - на основі файлу (Moodle) виконати практичні завдання	4	1
4	Моделі рівнянь в повних диференціалах, приклади їх розв'язання <i>Завдання:</i> - опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми - на основі файлу (Moodle) виконати практичні завдання	3	1
5	Моделі диференціальних рівнянь, які не розв'язані відносно похідної <i>Завдання:</i> - опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми - на основі файлу (Moodle) виконати практичні завдання	2	
6	Моделі диференціальних рівнянь вищих порядків, що допускають зниження порядку <i>Завдання:</i> - опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми - на основі файлу (Moodle) виконати практичні завдання	3	
7	Моделі лінійних диференціальних рівнянь вищих порядків <i>Завдання:</i> - опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми - на основі файлу (Moodle) виконати практичні завдання	5	
8	Моделі систем лінійних диференціальних рівнянь <i>Завдання:</i> - опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми - на основі файлу (Moodle) виконати практичні завдання	5	
9	Стійкість розв'язків диференціальних моделей <i>Завдання:</i> - опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми - на основі файлу (Moodle) виконати практичні завдання	2	

3.4. Самостійна робота (ІНДР)

Самостійна робота студентів з дисципліни «Моделювання економічної динаміки І» спрямована на засвоєння, узагальнення і закріплення знань та включає такі види робіт як опрацювання лекційного матеріалу, рекомендованої літератури та інформаційних ресурсів, підготовку до практичних занять, підготовку питань, які виносились на самостійне вивчення, створення презентацій завдань до відповідних тем дисципліни.

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна ф.н.	заочна ф.н.
1	<p>Дослідження моделей диференціальних рівнянь першого порядку з відокремлюваними змінними <i>Опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Диференціальне рівняння першого порядку 2. Диференціальне рівняння першого порядку, розв'язане відносно похідної 3. Розв'язок диференціального рівняння першого порядку 4. Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними <p><i>Робота над практичними завдання до теми</i></p>	4	6
2	<p>Розв'язування моделей однорідних диференціальних рівнянь та звідних до них <i>Опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Однорідна функція степеня k 2. Однорідне диференціальне рівняння першого порядку 3. Звідні до однорідних диференціальні рівняння <p><i>Робота над практичними завдання до теми</i></p>	4	12
3	<p>Розв'язування моделей лінійних диференціальних рівнянь першого порядку <i>Опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Лінійне диференціальне рівняння першого порядку 2. Лінійне однорідне диференціальне рівняння 3. Лінійне неоднорідне диференціальне рівняння 4. Метод варіації сталих <p><i>Робота над практичними завдання до теми</i></p>	4	9
4	<p>Розв'язування моделей рівнянь в повних диференціалах <i>Опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Моделі рівнянь в повних диференціалах 2. Теорема (необхідна і достатня умова) рівнянь в повних диференціалах 	4	7

	<i>Робота над практичними завдання до теми</i>		
5	<p>Розв'язування моделей диференціальних рівнянь, які не розв'язані відносно похідної <i>Опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Найпростіші типи рівнянь не розв'язаних відносно похідної 2. Метод введення параметра <p><i>Робота над практичними завдання до теми</i></p>	4	8
6	<p>Розв'язування моделей диференціальних рівнянь вищих порядків, що допускають зниження порядку <i>Опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Диференціальні рівняння вищих порядків 2. Теорема про існування та єдність розв'язку задачі Коші 3. Найпростіші типи диференціальних рівнянь, що допускають зниження порядку <p><i>Робота над практичними завдання до теми</i></p>	5	10
7	<p>Розв'язування моделей лінійних диференціальних рівнянь вищих порядків <i>Опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Лінійні диференціальні рівняння n-го порядку 2. Розв'язок лінійного однорідного диференціального рівняння 3. Фундаментальна система розв'язків 4. Лінійні однорідні диференціальні рівняння n-го порядку зі сталими коефіцієнтами 5. Метод Ейлера, характеристичне рівняння 6. Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами і правою частиною квазімногочлена <p><i>Робота над практичними завдання до теми</i></p>	1	10
8	<p>Розв'язування моделей систем лінійних диференціальних рівнянь <i>Опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загальні поняття теорії систем диференціальних рівнянь 2. Метод виключення розв'язання нормальної системи диференціальних рівнянь 3. Метод інтегровних комбінацій 4. Лінійні неоднорідні системи диференціальних рівнянь n-го порядку <p><i>Робота над практичними завдання до теми</i></p>	1	10

9	Стійкість розв'язків диференціальних моделей <i>Опрацювати теоретичні та прикладні аспекти теми:</i> <ol style="list-style-type: none">1. Загальні поняття теорії стійкості2. Стійкість розв'язків лінійних систем диференціальних рівнянь3. Дослідження на стійкість за першим наближенням4. Дослідження на стійкість за допомогою функцій Ляпунова <i>Робота над практичними завдання до теми</i>	3	10
---	--	---	----

4. Освітні технології, методи навчання і викладання навчальної дисципліни

Для досягнення освітньої мети та прогнозованих програмних результатів використовуються основні традиційні та інтерактивні методи навчання, новітні технології:

- словесні методи (лекція, дискусія, бесіда, консультація тощо);
- практичні методи (практичні та лабораторні роботи);
- наочні методи (презентації результатів виконаних завдань, ілюстрації, відеоматеріали, тощо);
- робота з інформаційними ресурсами: з навчально-методичною, науковою, нормативною літературою та інтернет-ресурсами;
- самостійна робота над індивідуальним завданням або за програмою навчальної дисципліни.

5. Критерії та засоби оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

5.1. Критерієм підсумкового оцінювання є досягнення здобувачем мінімальних порогових рівнів оцінок (балів) за кожним передбаченим результатом навчання.

Кількість балів, яку здобувач вищої освіти може отримати під час навчальних занять за кожну тему (опитування, тестування, розв'язання задач, виконання завдань до теми та індивідуальних завдань), виконання завдань для самостійної роботи є різною (дивись таблицю та Moodle). Загальна (максимальна) кількість балів, яку студент може отримати в процесі вивчення дисципліни протягом семестру, становить **100** балів, з яких **60** балів здобувач набирає при поточних видах контролю (модуль 1 – **20** балів, модуль 2 – **40** балів,) і **40** балів – у процесі підсумкового виду контролю (заліку).

У випадку отримання менше 50 балів за результатами поточного та підсумкового контролю, здобувач вищої освіти обов'язково здійснює перескладання для ліквідації академічної заборгованості. Якщо здобувач вищої освіти набрав менше 35 балів, він не допускається до підсумкового контролю.

Критеріями оцінювання є:

при *усних* відповідях: повнота розкриття питання; логіка викладання матеріалу; використання основної, додаткової літератури та інших (у тому числі іноземною мовою) джерел інформації; аналітичні міркування, вміння робити порівняння, висновки; вміння аналізувати теоретичні проблеми з урахуванням світової і вітчизняної практики;

при виконанні *письмових* (презентацій) завдань: повнота розкриття питання, аргументованість і логіка викладення матеріалу, використання літературних джерел, прикладів та фактичного матеріалу тощо; цілісність, системність, логічність, вміння формулювати висновки; акуратність оформлення письмової роботи.

Дедлайни та перескладання. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання тем відбувається з дозволу аспірантури за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний, участь у конференціях).

Академічна доброчесність. Здобувачі вищої освіти самостійно виконують всі завдання, які передбачені. Обов'язковим є посилання на джерела інформації в разі використання ідей, розробок, тверджень.

Відвідування занять. Відвідування занять є обов'язковою умовою виконання навчального плану дисципліни. Форми навчання визначені затвердженим графіком освітнього процесу Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Зарахування результатів неформальної освіти. Здобувач освіти з даної дисципліни може отримати додаткові бали за результатами отримання неформальної освіти за наявності відповідного сертифікату (за рішенням фахової комісії відповідно до Положення ЧНУ. Наказ ректора від 29 жовтня 2019 року).

Перелік рекомендованих онлайн-курсів з економетрики зазначений у списку інформаційних ресурсів, але студенти також можуть самостійно знайти та пройти інші курси з економетрики.

За участь у конференціях, публікацію тез англійською мовою він може отримати до 20 балів.

5.2. Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом

5.3. Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання можуть бути:

- контрольні роботи (тематичні, модульні);
- тести, опитування, самостійні роботи за індивідуальними завданнями;
- аналітичні звіти, реферати, тези доповідей, статті;
- презентації результатів виконання завдань;
- оцінювання завдань лабораторних робіт;
- підсумковий контроль – залік;
- інші види індивідуальних та групових завдань.

6. Форми поточного та підсумкового контролю

Формами поточного контролю є усні та письмові відповіді студента.

Проміжний модульний контроль рівня знань передбачає виявлення опанування студентом матеріалу лекційного модуля та вміння застосовувати його для вирішення практичної ситуації і проводиться у вигляді написання модульної контрольної роботи. При цьому у контрольній роботі містяться як теоретичні, так і практичні завдання.

Загальна оцінка з проміжного модульного контролю складається з поточної оцінки, яку студент отримує під час практичних занять та оцінки (балів) за модульні контрольні роботи.

Проведення підсумкового контролю здійснюється у формі *заліку* і в терміни, передбачені графіком навчального процесу. *Залік* проводиться у письмовому вигляді і полягає у написанні залікових білетів, які структурно складаються з теоретичних та практичних завдань.

7. Рекомендована література

7.1. Основна

1. Лось В. О. Моделі економічної динаміки : навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності "Економіка" освітньо-професійної програми "Економічна кібернетика". Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 78 с.
2. Гладка О. М., Карпович І. М., Сінчук А. М. Моделі економічної динаміки для фахівців з інформаційних технологій: Навчальний посібник. – Рівне: РДГУ, 2019. – 158 с.
3. Семененко Т.О., Домрачев В.М. Прогнозування динаміки макроекономічних показників. Вісник СумДУ. Серія «Економіка», № 3. 2019. С. 110-116. 6. Клепікова О.А. Моделювання процесів корпоративного управління в компанії. Вісник соціально-економічних досліджень, № 2 (66), 2018. С. 244-255.
4. Диференціальні рівняння: працюємо самостійно : Навчальний посібник. Ч. І. Звичайні диференціальні /Лиходєєва Г. В., Пастирєва К. Ю. – К. : , 2018. – 144 с.
5. Бугрій О.М., Бугрій Н.В. Диференціальні рівняння : Навчально-методичний посібник . – Львів, 2018. – 40 с.
6. Моделювання економіки: підручник / В.С. Григорків. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2019. – 360 с.

7.2. Допоміжна

1. Григорків В.С. Диференціальні моделі в економіці : навч. посіб. / В.С. Григорків, Л.В. Скращук ; Чернів. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. – Чернівці : Друк Арт, 2012. – 144 с.
2. Григорків В.С. Диференціальні моделі економічної динаміки : основи теорії та приклади : навч. посіб. / В.С. Григорків, М.В. Григорків, Л.В. Скращук. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2015. – 224 с.

8. Інформаційні ресурси

1. Ніколіна І.І. Моделі економічної динаміки. Опорний конспект лекцій .– В., 2019. <https://ir.vtei.edu.ua/g.php?fname=25804.pdf>
2. Диференціальні рівняння. Навчальний посібник для інженерних спеціальностей [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: І. М. Копась. – Електронні текстові данні (1 файл: 2504 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 126 с. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/23638/1/Dyf_riv_Kopas.pdf
3. Наукова бібліотека Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича // www.library.chnu.edu.ua.
4. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського // www.nbuv.gov.ua.

Додатково

(для контролю та самоконтролю роботи студента)

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)											Кількість балів (залікова робота)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль №1						Змістовий модуль № 2						
T1	T2	T3	T4	T5	Модульна к.р.	T6	T7	T8	T9	Модульна к.р.	40	100
2	6	4	4	4	10	5	5	5	5	10		