



# ФРАКТАЛЬНІ ЕКОНОМІЧНІ МОДЕЛІ

## 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>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/120 годин (Лекцій: 18 год., практичні: 36 год., СРС: 66 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік модульна контрольна робота розрахункова робота</i>
Розклад занять	<i>Згідно розкладу: <a href="http://roz.kpi.ua">http://roz.kpi.ua</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: Черноусова Жанна Трохимівна доцент кафедри економічної кібернетики, кандидат фізико-математичних наук, контактні дані: робочий кабінет (сайт): <a href="http://ecocyber.fmm.kpi.ua/">http://ecocyber.fmm.kpi.ua/</a> e-mail: <a href="mailto:chernjant@ukr.net">chernjant@ukr.net</a>, Telegram: @ja_cher Практичні: Черноусова Жанна Трохимівна доцент кафедри економічної кібернетики, кандидат фізико-математичних наук, контактні дані: робочий кабінет (сайт): <a href="http://ecocyber.fmm.kpi.ua/">http://ecocyber.fmm.kpi.ua/</a> e-mail: <a href="mailto:chernjant@ukr.net">chernjant@ukr.net</a>, Telegram: @ja_cher</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://campus.kpi.ua">https://campus.kpi.ua</a> <a href="https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=">https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

*Методи фрактального аналізу набули широкого розповсюдження в економічних дослідженнях. Зокрема, застосування фрактальних моделей для дослідження властивостей динамічних систем дає можливість ефективно вирішувати задачі діагностики та ідентифікації економічних систем, аналізувати зміни соціально-економічного середовища та прогнозувати тенденції розвитку складних організаційних систем.*

#### **Чому можна навчитися (результати навчання):**

- *застосовувати сучасні алгоритми на основі теорії фракталів для аналітичного та кількісного дослідження складних соціально-економічних систем;*

- створювати та використовувати прикладні фрактальні моделі реальних економічних процесів для прийняття ефективних управлінських рішень.

**Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності):**  
Достовірно прогнозувати динаміку та еволюцію складних соціально-економічних систем із застосуванням системно-синергетичного інструментарію та засобів комп'ютерного моделювання.

**Метою дисципліни є** формування фундаментальних знань щодо методології, концепцій, методів і технологій фрактального аналізу при дослідженні поведінки організаційно-економічних систем.

**Предметом дисципліни є** сукупність теоретичних, методичних і практичних питань щодо принципів та інструментарію побудови фрактальних моделей, що використовуються при описанні та дослідженні складних організаційних систем. Алгоритми та їх реалізація для різного типу фрактальних моделей в економіці, методи визначення їх ефективності.

### **Компетентності**

Призначенням дисципліни є формування у студентів загальних і фахових компетентностей:

- ЗК 3 – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- ЗК 4 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК 11 – Здатність приймати обґрунтовані рішення;
- ФК 6 – Здатність застосовувати економіко-математичні методи та моделі для вирішення економічних задач;
- ФК11 – Здатність обґрунтовувати економічні рішення на основі розуміння закономірностей економічних систем і процесів та із застосуванням сучасного методичного інструментарію;
- ФК12 – Здатність самостійно виявляти проблеми економічного характеру при аналізі конкретних ситуацій, пропонувати способи їх вирішення;
- ФК15 – Здатність проводити кількісний та якісний аналіз функціонування соціально-економічних систем із застосуванням математичних методів аналітичної економіки.

### **Програмні результати навчання**

Програмні результати навчання, після засвоєння дисципліни, спрямовані на набуття ряду знань, умінь і навичок вирішення складних спеціалізованих задач та практичних проблем економічної сфери фахівцями з економічної кібернетики.

- 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 6 – Використовувати професійну аргументацію для донесення інформації ідей, проблем та способів їх вирішення до фахівців і нефахівців у сфері економічної діяльності;
- ПРН 8 – Застосовувати відповідні економіко-математичні методи та моделі для вирішення економічних задач;
- ПРН 12 – Застосовувати набуті теоретичні знання для розв'язання практичних завдань та змістовно інтерпретувати отримані результати;
- ПРН 15 – Демонструвати базові навички креативного та критичного мислення у дослідженнях та професійному спілкуванні;
- ПРН 21 – Вміти абстрактно мислити, застосовувати аналіз та синтез для виявлення ключових характеристик економічних систем різного рівня, а також особливостей поведінки їх суб'єктів;

- ПРН 22 – Демонструвати гнучкість та адаптивність у нових ситуаціях, у роботі із новими об'єктами, та у невизначених умовах;
- ПРН 25 – Розробляти та досліджувати динамічні моделі соціально-економічних систем математичними методами.

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

**Пререквізити:** Попередніми до вивчення дисципліни є такі освітні компоненти як: «Економічна кібернетика».

**Постреквізити:** Дисципліна буде корисною для опанування таких освітніх компонент як: «Системи прийняття рішень», «Оптимальне керування та теорія ігор в економіці».

## 3. Зміст навчальної дисципліни

### РОЗДІЛ 1. ФРАКТАЛЬНІ СТРУКТУРИ І МОДЕЛЮВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Тема 1. Що таке фрактали. Чим зумовлюється фрактальний підхід до розв'язання економічних проблем.

Тема 2. Фрактальні об'єкти: основні поняття і визначення.

Тема 3. Емпіричні засади фрактального підходу. Фрактальні структури в економічному аналізі.

Тема 4. Фрактальна розмірність часових рядів.

### РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА АЛГОРИТМИ ФРАКТАЛЬНОГО ПІДХОДУ

Тема 5. Фрактальна модель Блека-Шоулза.

Тема 6. Фрактальний броунівський рух.

Тема 7. Перевірка припущення про гаусовість та степеневе перетворення.

Тема 8. Перевірка гіпотези про фрактальний броунівський рух.

Тема 9. Методи пошуку параметра Харста. Альтернативний метод пошуку параметра Харста – R/S – аналіз.

Тема 10. Модель Stochastic Alpha Beta Rho.

Тема 11. Застосування фрактальних моделей для економіко-математичного моделювання та аналізу.

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

### Базова література:

1. Романко О. Р. Фрактальні моделі економічних процесів : магістерська дис. : 122 Комп'ютерні науки. Київ, 2018. 94 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/23562>
2. Фрактальні структури і моделювання нелінійних економічних процесів. Нелінійні моделі економічних процесів : веб-сайт. URL: <https://posibniki.com.ua/post-rozdil-fraktalni-strukturi-i-modeluvannya-neliniinih-ekonomichnih>
3. Кривда О. В., Сидоренко Ю. В., Романова Д. П. Прогнозування динаміки економічних процесів за допомогою методів фрактальної геометрії. Економічний вісник НТУУ «КПІ» : збірник наукових праць. 2017. № 14. С. 483-490. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/22397>
4. Погужих М. І., Софронова М. С. Математичне моделювання та розв'язання задачі оптимального управління діяльністю підприємства. 2020. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/3535/1/%D0%9C.I.%D0%9F%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D1%85%2C%D0%9C.%D0%A1.%D0%A1%D0%BE%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0.pdf>

### Додаткова література:

1. Нестеренко О. Б., Арендар К. М. Краса і сила фракталів. Інноватика в освіті, науці та бізнесі: виклики та можливості. Київський національний університет технологій та дизайну,

2020. URL: [https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/17469/1/Innovatyka2020\\_P295-301.pdf](https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/17469/1/Innovatyka2020_P295-301.pdf)

2. *Погожих М. І., Софронова М. С. Фрактальна сегментація економічної бази даних під час розв'язання управлінських задач. 2021. URL: [http://ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/123456789/22280/Malyi\\_Bakalavraska\\_robota.pdf?sequence=1](http://ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/123456789/22280/Malyi_Bakalavraska_robota.pdf?sequence=1)*

#### **Інформаційні ресурси:**

1. *Міністерство економіки України: офіційний вебсайт. URL: <http://www.me.gov.ua/>*
2. *Державна служба статистики України: офіційний вебсайт. URL: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua)*
3. *Прозорро: вебсайт. URL: <https://prozorro.gov.ua/>*
4. *Агентство з розвитку інфраструктури фондового ринку України (АІФРУ): вебсайт URL: <https://www.smida.gov.ua/about>*
5. *Національний інститут стратегічних досліджень. Офіційний вебсайт: URL: <http://www.niss.gov.ua>*
6. *Нормативні акти України. Офіційний вебсайт: URL: [www.nau.kiev.ua](http://www.nau.kiev.ua)*
7. *Сервер Верховної Ради України. Офіційний вебсайт: URL: <http://www.rada.gov.ua>*
8. *Національний банк України. Офіційний вебсайт: URL: <https://bank.gov.ua/>*
9. *Міністерство Фінансів України. Офіційний вебсайт: URL: <https://www.mof.gov.ua/uk>*

### **Навчальний контент**

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

*Для опанування освітньої компоненти застосовуються такі методи навчання:*

- *методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності: лекції, практикуми, розрахункова робота, самостійна робота студентів;*
- *методи контролю ефективності навчально-пізнавальної діяльності: оцінювання аналітичних завдань, модульна контрольна робота, розрахункова робота;*
- *загальні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, метод проблемного викладу, продуктивно-практичний метод навчання;*
- *спеціальні методи навчання: виконання аналітичних завдань;*
- *методи створення інтересу і мотивації навчально-пізнавальної діяльності: метод евристичних запитань, метод ситуаційного аналізу.*

#### **Відповідність програмних результатів, методів навчання і форм оцінювання**

<b>ПРН</b>	<b>Методи навчання</b>	<b>Форми оцінювання</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
ПРН-4	<i>Методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності: лекції, практикуми; Загальні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, метод проблемного викладу, продуктивно-практичний метод навчання, метод евристичних запитань, метод ситуаційного аналізу; Спеціальні методи навчання: виконання аналітичних завдань.</i>	<i>Рейтингова система оцінювання, яка передбачає накопичення балів за: виконання аналітичних завдань, модульну контрольну роботу, виконання розрахункової роботи.</i>

		<p>Календарний контроль: перша та друга атестації.</p> <p>Підсумковий контроль – залік.</p>
ПРН-5	<p>Методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності: лекції, практикуми;</p> <p>Загальні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, метод проблемного викладу, продуктивно-практичний метод навчання, метод евристичних запитань, метод ситуаційного аналізу;</p> <p>Спеціальні методи навчання: виконання аналітичних завдань.</p>	<p>Рейтингова система оцінювання, яка передбачає накопичення балів за: виконання аналітичних завдань, модульну контрольну роботу, виконання розрахункової роботи.</p> <p>Календарний контроль: перша та друга атестації.</p> <p>Підсумковий контроль – залік.</p>
ПРН-6	<p>Методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності: лекції, практикуми;</p> <p>Загальні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, метод проблемного викладу, продуктивно-практичний метод навчання, метод евристичних запитань, метод ситуаційного аналізу;</p> <p>Спеціальні методи навчання: виконання аналітичних завдань.</p>	<p>Рейтингова система оцінювання, яка передбачає накопичення балів за: виконання аналітичних завдань, модульну контрольну роботу, виконання розрахункової роботи.</p> <p>Календарний контроль: перша та друга атестації.</p> <p>Підсумковий контроль – залік.</p>
ПРН-8	<p>Методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності: лекції, практикуми;</p> <p>Загальні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, метод проблемного викладу, продуктивно-практичний метод навчання, метод евристичних запитань, метод ситуаційного аналізу;</p> <p>Спеціальні методи навчання: виконання аналітичних завдань.</p>	<p>Рейтингова система оцінювання, яка передбачає накопичення балів за: виконання аналітичних завдань, модульну контрольну роботу, виконання розрахункової роботи.</p> <p>Календарний контроль: перша та друга атестації.</p> <p>Підсумковий контроль – залік.</p>



<p>ПРН-12</p>	<p>Методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності: лекції, практикуми; Загальні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, метод проблемного викладу, продуктивно-практичний метод навчання, метод евристичних запитань, метод ситуаційного аналізу; Спеціальні методи навчання: виконання аналітичних завдань.</p>	<p>Рейтингова система оцінювання, яка передбачає накопичення балів за: виконання аналітичних завдань, модульну контрольну роботу, виконання розрахункової роботи. Календарний контроль: перша та друга атестації. Підсумковий контроль – залік.</p>
<p>ПРН-15</p>	<p>Методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності: лекції, практикуми; Загальні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, метод проблемного викладу, продуктивно-практичний метод навчання, метод евристичних запитань, метод ситуаційного аналізу; Спеціальні методи навчання: виконання аналітичних завдань.</p>	<p>Рейтингова система оцінювання, яка передбачає накопичення балів за: виконання аналітичних завдань, модульну контрольну роботу, виконання розрахункової роботи. Календарний контроль: перша та друга атестації. Підсумковий контроль – залік.</p>
<p>ПРН-21</p>	<p>Методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності: лекції, практикуми; Загальні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, метод проблемного викладу, продуктивно-практичний метод навчання, метод евристичних запитань, метод ситуаційного аналізу; Спеціальні методи навчання: виконання аналітичних завдань.</p>	<p>Рейтингова система оцінювання, яка передбачає накопичення балів за: виконання аналітичних завдань, модульну контрольну роботу, виконання розрахункової роботи. Календарний контроль: перша та друга атестації. Підсумковий контроль – залік.</p>
<p>ПРН-22</p>	<p>Методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності: лекції, практикуми; Загальні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, метод проблемного викладу, продуктивно-</p>	<p>Рейтингова система оцінювання, яка передбачає накопичення балів за: виконання аналітичних завдань, модульну контрольну</p>

	<p>практичний метод навчання, метод евристичних запитань, метод ситуаційного аналізу;</p> <p>Спеціальні методи навчання: виконання аналітичних завдань.</p>	<p>роботу, виконання розрахункової роботи.</p> <p>Календарний контроль: перша та друга атестації.</p> <p>Підсумковий контроль – залік.</p>
ПРН-25	<p>Методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності: лекції, практикуми;</p> <p>Загальні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, метод проблемного викладу, продуктивно-практичний метод навчання, метод евристичних запитань, метод ситуаційного аналізу;</p> <p>Спеціальні методи навчання: виконання аналітичних завдань.</p>	<p>Рейтингова система оцінювання, яка передбачає накопичення балів за: виконання аналітичних завдань, модульну контрольну роботу, виконання розрахункової роботи.</p> <p>Календарний контроль: перша та друга атестації.</p> <p>Підсумковий контроль – залік.</p>

Навчальним планом передбачено проведення 18 годин лекційних занять та 36 годин практичних занять, модульний контроль та індивідуальне завдання у вигляді розрахункової роботи.

#### Календарно-тематичний план та структурно-логічна побудова вивчення курсу

Тижде нь навчан ня	Розподіл годин		Назва розділів, тем, опис занять	Навчальна діяльність, контрольний захід	ПРН, ЗК, ФК
	Л	П			
1	2	3	4	5	6
1-2	2	4	<p><b>Тема 1. Що таке фрактали. Чим зумовлюється фрактальний підхід до розв'язання економічних проблем.</b></p> <p><b>Л.1.</b> Всюдисущість фракталів. Приклади фракталів в економіці. Формула фрактальної розмірності.</p> <p><b>П.1.</b> Розв'язання аналітичного завдання за темою: «Приклади фракталів в економіці».</p> <p><b>П.2.</b> Розв'язання аналітичного завдання за темою: «Формула фрактальної розмірності».</p>	<p><b>Н:</b> метод проблемного викладу, пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, продуктивно-практичний метод навчання.</p>	<p>ПРН-4, ПРН-5, ПРН-6, ПРН-8, ПРН-15, ПРН-21, ПРН-22, ПРН-25, ЗК-3, ЗК-4, ЗК-11, ФК-6, ФК-11, ФК-12, ФК-15.</p>

				<b>К:</b> оцінювання аналітичного завдання.	
3-4	2	4	<p><b>Тема 2. Фрактальні об'єкти: основні поняття і визначення.</b></p> <p><b>Л.2.</b> Самоподібність. Масштабна інваріантність. Приклади їх. Економічна самоподібність. Означення фрактала. Поняття самоафінних об'єктів.</p> <p><b>П.3.</b> Розв'язання аналітичного завдання за темою: «Фрактальні об'єкти».</p> <p><b>П.4.</b> Розв'язання аналітичного завдання за темою «Прояви фрактальності в економічних об'єктах і процесах».</p>	<p><b>Н:</b> метод проблемного викладу, пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, продуктивно-практичний метод навчання.</p> <p><b>К:</b> оцінювання аналітичного завдання.</p>	<p>ПРН-4, ПРН-5, ПРН-6, ПРН-8, ПРН-15, ПРН-21, ПРН-22, ПРН-25, ЗК-3, ЗК-4, ЗК-11, ФК-6, ФК-11, ФК-12, ФК-15.</p>
5-6	2	4	<p><b>Тема 3. Емпіричні засади фрактального підходу. Фрактальні структури в економічному аналізі.</b></p> <p><b>Л.3.</b> Класичні ринкові моделі та їх недоліки. Засади нової теорії, яку назвали «Гіпотезою фрактального ринку».</p> <p><b>П.5.</b> Розв'язання аналітичного завдання за темою «Класичні ринкові моделі та їх недоліки».</p> <p><b>П.6.</b> Розв'язання аналітичного завдання за темою «Фрактальні структури в економічному аналізі».</p>	<p><b>Н:</b> метод проблемного викладу, пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, продуктивно-практичний метод навчання.</p> <p><b>К:</b> оцінювання аналітичного завдання.</p>	<p>ПРН-4, ПРН-5, ПРН-6, ПРН-8, ПРН-15, ПРН-21, ПРН-22, ПРН-25, ЗК-3, ЗК-4, ЗК-11, ФК-6, ФК-11, ФК-12, ФК-15.</p>
7	2	1	<p><b>Тема 4. Фрактальна розмірність часових рядів.</b></p> <p><b>Л.4.</b> Топологічна розмірність. Фрактальна розмірність часових рядів.</p> <p><b>П.7.</b> Розв'язання аналітичного завдання за темою «Топологічна розмірність».</p>	<p><b>Н:</b> метод проблемного викладу, пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод,</p>	<p>ПРН-4, ПРН-5, ПРН-6, ПРН-8, ПРН-15, ПРН-21, ПРН-22, ПРН-25, ЗК-3, ЗК-4,</p>



				продуктивно-практичний метод навчання. <b>К:</b> оцінювання аналітичного завдання.	ЗК-11, ФК-6, ФК-11, ФК-12, ФК-15.
7		1	Модульна контрольна робота: частина 1 (МКР)	<b>К:</b> Оцінювання МКР.	
8		2	<b>Тема 4. Фрактальна розмірність часових рядів.</b> <b>П.8.</b> Розв'язання аналітичного завдання за темою «Фрактальна розмірність часових рядів».	<b>К:</b> оцінювання аналітичного завдання.	ПРН-4, ПРН-5, ПРН-6, ПРН-8, ПРН-15, ПРН-21, ПРН-22, ПРН-25, ЗК-3, ЗК-4, ЗК-11, ФК-6, ФК-11, ФК-12, ФК-15.
9-10	2	4	<b>Тема 5. Фрактальна модель Блека-Шоулза.</b> <b>Л.5.</b> Модель Блека-Шоулза, її умови та недоліки. Фрактальна модель Блека-Шоулза. <b>П.9.</b> Розв'язання аналітичного завдання за темою «Модель Блека-Шоулза». <b>П.10.</b> Розв'язання аналітичного завдання за темою «Фрактальна модель Блека-Шоулза».	<b>Н:</b> метод проблемного викладу, пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, продуктивно-практичний метод навчання. <b>К:</b> оцінювання аналітичного завдання.	ПРН-4, ПРН-5, ПРН-6, ПРН-8, ПРН-15, ПРН-21, ПРН-22, ПРН-25, ЗК-3, ЗК-4, ЗК-11, ФК-6, ФК-11, ФК-12, ФК-15.
11-12	2	4	<b>Тема 6. Фрактальний броунівський рух.</b> <b>Л.6.</b> Модель броунівського руху в економіці. Фрактальний броунівський рух. Показник Харста. <b>П.11.</b> Розв'язання аналітичного завдання за темою «Модель броунівського руху в економіці». <b>П.12.</b> Розв'язання аналітичного завдання за темою «Початкові перетворення даних. Процедура лінійної апроксимації тренду».	<b>Н:</b> метод проблемного викладу, пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, продуктивно-практичний	ПРН-4, ПРН-5, ПРН-6, ПРН-8, ПРН-15, ПРН-21, ПРН-22, ПРН-25, ЗК-3, ЗК-4, ЗК-11, ФК-6, ФК-11,

				метод навчання. <b>К:</b> оцінювання аналітичного завдання.	ФК-12, ФК-15.
13-14	2	3	<p><b>Тема 7. Перевірка припущення про гаусовість та степеневе перетворення.</b></p> <p><b>Тема 8. Перевірка гіпотези про фрактальний броунівський рух.</b></p> <p><b>Л.7.</b> Перевірка припущення про гаусовість та степеневе перетворення. Перевірка гіпотези про фрактальний броунівський рух.</p> <p><b>П.13.</b> Розв'язання аналітичного завдання за темою «Перевірка припущення про гаусовість та степеневе перетворення».</p> <p><b>П.14.</b> Розв'язання аналітичного завдання за темою «Перевірка гіпотези про фрактальний броунівський рух».</p>	<p><b>Н:</b> метод проблемного викладу, пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, продуктивно-практичний метод навчання.</p> <p><b>К:</b> оцінювання аналітичного завдання.</p>	ПРН-4, ПРН-5, ПРН-6, ПРН-8, ПРН-15, ПРН-21, ПРН-22, ПРН-25, ЗК-3, ЗК-4, ЗК-11, ФК-6, ФК-11, ФК-12, ФК-15.
14		1	Модульна контрольна робота: частина 1 (МКР)	<b>К:</b> Оцінювання МКР.	
15-16	2	4	<p><b>Тема 9. Методи пошуку параметра Харста. Альтернативний метод пошуку параметра Харста – R/S – аналіз.</b></p> <p><b>Л.8.</b> Методи пошуку параметра Харста. Альтернативний метод пошуку параметра Харста – R/S – аналіз.</p> <p><b>П.15.</b> Розв'язання аналітичного завдання за темою «Методи пошуку параметра Харста».</p> <p><b>П.16.</b> Розв'язання аналітичного завдання за темою «Альтернативний метод пошуку параметра Харста – R/S – аналіз».</p>	<p><b>Н:</b> метод проблемного викладу, пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, продуктивно-практичний метод навчання.</p> <p><b>К:</b> оцінювання аналітичного завдання.</p>	ПРН-4, ПРН-5, ПРН-6, ПРН-8, ПРН-15, ПРН-21, ПРН-22, ПРН-25, ЗК-3, ЗК-4, ЗК-11, ФК-6, ФК-11, ФК-12, ФК-15.
17-18	2	2	<p><b>Тема 10. Модель Stochastic Alpha Beta Rho.</b></p> <p><b>Тема 11. Застосування фрактальних моделей для економіко-математичного моделювання.</b></p> <p><b>Л.9.</b> Модель Stochastic Alpha Beta Rho. Застосування фрактальних моделей для економіко-математичного моделювання ринків.</p>	<p><b>Н:</b> метод проблемного викладу, пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод,</p>	ПРН-4, ПРН-5, ПРН-6, ПРН-8, ПРН-15, ПРН-21, ПРН-22, ПРН-25, ЗК-3, ЗК-4,

			<i>П.17. Розв'язання аналітичного завдання за темою «Модель Stochastic Alpha Beta Rho».</i> <i>П.18. Розв'язання аналітичного завдання за темою «Застосування фрактальних моделей для економіко-математичного моделювання та аналізу».</i>	<i>продуктивно-практичний метод навчання.</i> <i>К: оцінювання аналітичного завдання..</i>	<i>ЗК-11, ФК-6, ФК-11, ФК-12, ФК-15.</i>
<i>18</i>		<i>2</i>	<i>Залік</i>		
<i>Всього</i>	<i>18</i>	<i>36</i>			

## **6. Самостійна робота студента/аспіранта**

*Навчальним планом передбачено 66 годин самостійної роботи студентів. На самостійну роботу вноситься підготовка до аудиторних занять, яка складається із опрацювання та осмислення інформації з лекційних занять і виконання практичних завдань, підготовка до модульної контрольної роботи, та виконання розрахункової роботи.*

*Підготовка до виконання модульної контрольної роботи: дисципліною передбачено 1 модульну контрольну роботу, яка розбивається на 2 частини.*

<i>Тиждень навчання</i>	<i>Обсяг годин</i>	<i>Завдання</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>1-2</i>	<i>5</i>	<i>Підготовка до виконання аналітичного завдання за темою: «Формула фрактальної розмірності». Опрацювання лекції.</i>
<i>3-4</i>	<i>5</i>	<i>Підготовка до виконання аналітичного завдання за темою: «Прояви фрактальності в економічних об'єктах і процесах». Опрацювання лекції.</i>
<i>5-6</i>	<i>5</i>	<i>Підготовка до виконання аналітичного завдання за темою: «Класичні ринкові моделі та їх недоліки». Опрацювання лекції.</i>
<i>7-8</i>	<i>5</i>	<i>Підготовка до виконання аналітичного завдання за темою: «Фрактальна розмірність часових рядів». Опрацювання лекції.</i>
<i>9-10</i>	<i>3</i>	<i>Підготовка до виконання аналітичного завдання за темою: «Модель Блека-Шоулза, її умови та недоліки». Опрацювання лекції.</i>
<i>11-12</i>	<i>5</i>	<i>Підготовка до виконання аналітичного завдання за темою: «Модель броунівського руху в економіці». Опрацювання лекції.</i>
<i>13-14</i>	<i>5</i>	<i>Підготовка до виконання аналітичного завдання за темою: «Гаусовість та степеневе перетворення». Опрацювання лекції.</i>
<i>15-16</i>	<i>4</i>	<i>Підготовка до виконання аналітичного завдання за темою: «Методи пошуку параметра Харста». Опрацювання лекції.</i>
<i>17</i>	<i>2</i>	<i>Підготовка до виконання аналітичного завдання за темою: «Застосування фрактальних моделей для економіко-математичного моделювання та аналізу ринків». Опрацювання лекції.</i>

*Підготовка до виконання модульної контрольної роботи: дисципліною передбачено 1 модульну контрольну роботу.*

<i>Тиждень навчання</i>	<i>Обсяг годин</i>	<i>Завдання</i>
<i>7</i>	<i>2</i>	<i>Модульна контрольна робота, частина 1. Передбачає аналітичні завдання за темами 1 – 3. МКР виконується на практичному занятті № 7.</i>
<i>14</i>	<i>2</i>	<i>Модульна контрольна робота, частина 2. Передбачає практичне завдання за темами 4 – 7. МКР виконується на практичному занятті № 14.</i>

*Виконання розрахункової роботи: метою виконання розрахункової роботи є набуття студентами вмінь і навичок розв'язування аналітико-економічних завдань методами системного аналізу.*

<i>Тиждень навчання</i>	<i>Обсяг годин</i>	<i>Завдання</i>
<i>1-16</i>	<i>15</i>	<i>Розрахункова робота. Розрахункова робота включає теми 1 – 8. Потрібно розв'язати аналітичні завдання.</i>

*Підготовка до складання семестрового контролю у формі: заліку*

<i>18</i>	<i>6</i>	<i>Підготовка передбачає наскрізне повторення матеріалу вивченого курсу.</i>
-----------	----------	--

## **Політика та контроль**

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

#### **Правила відвідування занять**

*Відвідування занять є вільним, бали за присутність на лекція та практичних заняттях не додаються. Втім, вагома частина рейтингу формується через активну участь у заходах на практичних заняттях.*

*Варто дотримуватись розкладу занять, при запізненні більше ніж на 15 хв., долучатись до другої частини заняття (після перерви).*

#### **Правила поведінки на заняттях**

*Дотримання норм етичної поведінки визначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (<https://kpi.ua/code>).*

*На території університету студенти мають поводити себе відповідно до Правил внутрішнього розпорядку (<https://kpi.ua/admin-rule>). В аудиторіях на лекційних та практичних заняттях, а також під час проведення занять у формі відеоконференції, користуватись мобільним телефоном потрібно у беззвучному режимі і тільки для пошуку необхідної для виконання завдань інформації, у т.ч. в інтернеті.*

*Під час дистанційного режиму навчання потрібно мати та використовувати інформацію розміщену на Платформі дистанційного навчання «Сікорський».*

### **Правила призначення заохочувальних та штрафних балів**

Заохочувальні бали можуть бути отримані за додаткове проходження онлайн курсів, наукову активність, зокрема: публікації у зарубіжних виданнях та виданнях, що входять до наукометричних баз, використання власних наукових досліджень під час підготовки аналітичних та навчально-дослідницьких завдань. Студентам можуть нараховуватись заохочувальні бали (усього – не більше 10 балів) за такі види наукової та дослідної роботи:

- проведення науково-дослідної роботи за темами, що виносяться на самостійне вивчення (НДР), результати якої представлено у вигляді наукової статті, есе, наукових тез, презентації, огляду наукових праць тощо (ваговий бал – 10);

- участь у конкурсах наукових робіт, що відповідають тематиці дисципліни (ваговий бал – 10).

Штрафні бали не передбачаються.

### **Політика оцінювання контрольних заходів**

Оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/node/37>), Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/32>).

Нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу складає не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу, а негативний результат оцінюється в 0 балів.

Семестровий контроль проводиться у формі заліку за РСО-1 (першого типу), що передбачає виконання завдань впродовж семестру і оцінювання результатів навчальної діяльності здобувача.

Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, то застосовується «м'яка» РСО – здобувач отримує більшу з оцінок, що отримані за результатами залікової контрольної роботи або за рейтингом.

### **Політика дедлайнів та перескладань**

Формування семестрового рейтингу студента ґрунтується на своєчасному виконанні поточних завдань, написанні модульної контрольної роботи згідно графіку викладання дисципліни. Якщо контрольні заходи, або виконання завдань пропущені з поважних причин (хвороба або вагомі життєві обставини), надається можливість додатково скласти завдання протягом найближчого тижня або відпрацювати пропущення заняття шляхом виконання індивідуальних завдань. Порушення термінів і невиконання завдання з неповажних причин, може не дати змоги набрати відповідну кількість балів для отримання заліку. Детальніше – Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://kpi.ua/files/n3277.pdf>).

Порядок ліквідації академічної заборгованості та перескладання семестрового контролю регулюється Положенням про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/32>). Здобувач, у якого за результатами семестрового контролю виникла академічна заборгованість, має право її ліквідувати відповідно до Положення про надання додаткових освітніх послуг здобувачам вищої освіти в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/177>).

### **Процедура оскарження результатів контрольних заходів**

У випадку не згоди здобувача з оцінкою за результатами контрольного заходу, він має право подати апеляцію у день оголошення результатів відповідного контролю на ім'я декана факультету за процедурою визначеною Положенням про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/182>).

### **Політика щодо академічної доброчесності**

Необхідним під час виконання завдань з дисципліни є дотримання політики та принципів академічної доброчесності, які, у тому числі викладено у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»



(<https://kpi.ua/code>), Положенні про систему запобігання академічному плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/node/47>).

### **Визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті**

Порядок визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті регламентує Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/179>).

### **Дистанційне навчання**

За відповідних умов навчання може проводитись у дистанційному режимі згідно Положення про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/188>)

У режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції у програмі Zoom – посилання на конференцію видається на початку семестру.

З метою якісної підготовки здобувачів, дистанційний курс дисципліни розміщено на Платформа забезпечення дистанційного навчання «Сікорський» (<https://www.sikorsky-distance.org>). Для проведення синхронного режиму навчання використовується платформа Zoom.

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

Оцінювання ґрунтується на застосуванні рейтингової системи оцінювання (згідно Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/37>), яка передбачає систематичну роботу здобувача протягом семестру і складається з наступних заходів:

### **Рейтинг з кредитного модуля складається з балів:**

- опрацювання аналітичних завдань (максимум 20 балів);
- за розрахункову роботу (максимум 40 балів);
- за модульну контрольну роботу (максимум 40 балів);

Опрацювання аналітичних завдань (тах 20 балів).

Розрахунок за одне завдання (5 завдань):

4 бали	Якісно виконане завдання, результати обґрунтовані й доведені
3 бали	Завдання виконано з певними неточностями, що має вплив на результат
2 бали	Завдання виконане частково, не містить застосування набутих знань та вмінь
0 балів	Завдання не виконане

### **Виконання розрахункової роботи (максимум 40 балів)**

40-38 балів	Творчий підхід до виконання роботи, глибока самостійна робота, якісне оформлення
37-30 балів	Витримано логіку вирішення завдань, але допущено несуттєвих помилок
27-24 бали	Допущено помилки при виконанні роботи, відповіді недостатньо обґрунтовані
0 балів	Робота не виконана або виконана неправильно, або є наявний плагіат.

Модульна контрольна робота: (тах 40 балів)

МКР включає 8 практичних завдань по 5 балів кожне:

5 балів	Аналітичне завдання виконане правильно, результати обґрунтовані
---------	---



4 бали	Витримано логіку вирішення аналітичного завдання, але допущено несуттєвих помилок
3 бали	Допущено помилки при виконанні аналітичного завдання, відповіді недостатньо обґрунтовані
0 балів	Завдання контрольної роботи не виконано, або виконано неправильно

● **Семестровий контроль (залік)**

Семестровий контроль проводиться у вигляді заліку. Умовою допуску студента до заліку є зарахування розрахункової роботи і рейтинг не менше ніж 36 балів.

Якщо сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, не менш ніж 60 балів, то за умови зарахування розрахункової роботи вона переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею відповідності рейтингових балів. Якщо студент допущений до заліку, але сума балів студента менша за 60, то студент виконує залікову контрольну роботу, яка оцінюється у 40 балів. Завдання контрольної роботи складається з чотирьох теоретичних питань, до кожного з яких додається задача, яка відповідає тематиці цього питання. Залікові питання надані у додатку А. Кожне питання оцінюється за наступною шкалою:

10 балів	Завдання виконано з застосуванням набутих знань та вмінь.
9 балів	Завдання виконано, однак допущено несуттєві помилки у твердженнях.
8 балів	Завдання виконано, однак є помилкові результати.
6-7 балів	Завдання виконане частково, не містить застосування набутих знань та вмінь.
0 балів	Завдання не виконано

Якщо сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, не менш ніж 60 балів, але він бажає підвищити свій результат, то він може виконати залікову контрольну роботу. У цьому разі остаточний результат складається із балів, що отримані студентом за розрахункову роботу та залікову контрольну роботу.

Максимальний бал за курс – 100 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

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

- перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (додаток А до силабусу);
- можливе зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою у рейтинг здобувача (як пропозиція: Coursera, Prometheus)

- викладення дисципліни може бути переведено у дистанційну форму за відповідних умов згідно розпоряджень університету.

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

**Складено:** доцентом кафедри економічної кібернетики, к.ф.-м.н.,

Черноусовою Жанною Трохимівною

**Ухвалено** кафедрою економічної кібернетики (протокол № 18 від 28.06.2023 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету менеджменту та маркетингу (протокол № 11 від 30.06.2023 р.)

## ДОДАТОК А

### Перелік залікових питань

1. Що таке фрактали.
2. Всюдисущість фракталів.
3. Приклади фракталів в економіці.
4. Чим зумовлюється фрактальний підхід до розв'язання економічних проблем.
5. Формула фрактальної розмірності.
6. Фрактальні об'єкти: основні поняття і визначення. Самоподібність. Масштабна інваріантність. Приклади їх.
7. Емпіричні засади фрактального підходу в економіці.
8. Економічна самоподібність.
9. Фрактальні структури в економічному аналізі.
10. Поняття самоафінних об'єктів.
11. Класичні ринкові моделі та їх недоліки.
12. Засади нової теорії, яку назвали «Гіпотезою фрактального ринку».
13. Топологічна розмірність.
14. Фрактальна розмірність часових рядів.
15. Модель Блека-Шоулза, її умови та недоліки.
16. Фрактальна модель Блека-Шоулза.
17. Модель броунівського руху в економіці.
18. Фрактальний броунівський рух.
19. Перевірка припущення про гаусовість та степеневе перетворення.
20. Перевірка гіпотези про фрактальний броунівський рух. Обґрунтування MAI.
21. Методи пошуку параметра Харста.
22. Альтернативний метод пошуку параметра Харста –  $R/S$  – аналіз.
23. Модель Stochastic Alpha Beta Rho.
24. Застосування фрактальних моделей для економіко-математичного моделювання та аналізу ринків.