



Статистичний аналіз і прогнозування економічних процесів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>124 «Системний аналіз»</i>
Освітня програма	<i>Системний аналіз і управління</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЕКТС, 120 год. (лекції - 36 год., практичні - 18 год., СРС - 66 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР</i>
Розклад занять	<i>schedule.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доктор фізико-математичних наук, <i>професор, Макаренко Олександр Сергійович, makalex51@gmail.com, +38 066 210 25 60</i> Практичні / Семінарські: д.ф.-м.н., професор, Макаренко Олександр Сергійович, makalex51@gmail.com Лабораторні: д.ф.-м.н., професор, Макаренко Олександр Сергійович, makalex51@gmail.com
Розміщення курсу	<i>Сampus, електронні носії, е-мейлз</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Предмет навчальної дисципліни є вивчення типових завдань, що виникають при вивченні економічних систем та процесів; набору математичних моделей, що придатні для вирішення завдань аналізу та прогнозування економічних процесів, та інтерпретації їх розв'язків

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:

Виокремити задачі прогнозування та аналізу економічних процесів, що допускають вивчення за допомогою математичних моделей та елементарне уявлення про вибір математичних моделей, що підходять для конкретних завдань

Згідно з вимогами освітньо - професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

***знання:** про типові та нові завдання в аналізі та прогнозуванні економічних процесів; мати уявлення про типові набори математичних моделей, що придатні для вирішення таких задач та про нові сучасні напрямки прогнозування; елементарні уявлення про деякі доступні комп'ютерні пакети та програми, що підходять для завдань прогнозування*

уміння: виокремити завдання для прогнозування, підібрати модель для таких задач з існуючого списку та мати елементарні навички з інтерпретації результатів моделювання

досвід: з вивчення поведінки моделей, інтерпретації іншими дослідниками результатів моделювання та пошуку моделей та їх застосуванні в існуючій літературі, особливо в інтернеті

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

Міждисциплінарні зв'язки: перед вивченням предметів даного курсу передумовою є засвоєння матеріалу загально-математичних курсів: математичного аналізу, дискретної математики, теорії ймовірностей, теорії диференціальних рівнянь, елементарних знань з фізики та спеціалізованих курсів: нейромереж, синергетики. В свою чергу запропонований курс забезпечує бази для подальшого вивчення базових курсів: моделювання систем, теорія прийняття рішень, аналіз часових рядів, так і потребу в математичних моделях для спеціалізованих застосувань і курсів.

Міждисциплінарні зв'язки: перед вивченням предметів даного курсу передумовою є засвоєння матеріалу загально-математичних курсів: математичного аналізу, дискретної математики, теорії ймовірностей, теорії диференціальних рівнянь, елементарних знань з фізики та спеціалізованих курсів: нейромереж, синергетики. В свою чергу запропонований курс забезпечує бази для подальшого вивчення базових курсів: моделювання систем, теорія прийняття рішень, аналіз часових рядів, так і потребу в математичних моделях для спеціалізованих застосувань і курсів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Моделювання в задачах прогнозування та аналізу економічних процесів

Загальні уявлення про математичне моделювання в цілому та в застосуванні до економічних процесів; статистичні та детерміновані моделі ; уявлення про класичні моделі: моделі зі статистичними джерелами, динамічний хаос, нейромережі, диференціальні рівняння, клітинні автомати, уявлення про науку про мережі, багатоагентні моделі, класичні економічні моделі.

Надається перелік розділів і тем всієї дисципліни.

Найменування розділів, тем	Розподіл навчального часу						
	Усього	Лекц.	Практ.	Семін.	Лабор.	індив.	СРС
6 семестр							
РОЗДІЛ 1. Елементарні уявлення про проблеми та задачі прогнозування							
Тема 1.1. Основні завдання прогнозування , та огляд математичних моделей.	4	2					2

Найменування розділів, тем	Розподіл навчального часу						
	Усього	Лекц.	Практ.	Семін.	Лабор.	індив.	СРС
РОЗДІЛ 2 Основні типи математичних моделей							
Тема 2.1. Основні типи моделей економічних процесів	70	28			14		28
РОЗДІЛ 3. Статистичний аналіз для класичних економічних моделей							
Тема 3.1. Основи роботи з статистичним аналізом в класичних моделях	12	4			4		4
РОЗДІЛ 4. Сучасні напрямки розвитку економічного моделювання та застосування інформаційних технологій							
Тема 4.1. Напрямки розвитку прогнозування з інформаційними технологіями	4	2					2
<i>Залік</i>							
Усього в 6 семестрі	90	36			18		36

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Forrester J. World Dynamics 1970.
2. Zgurovsky M., Gvishiani A., 2008. *Sustainable Development Global: Simulation. Quality of Life and Security of the World Population (2005 – 2007/ 2008)*. Kyiv: NTUU 'KPI', POLITECHNIKA. 336 p.
3. Makarenko A., 2003. Sustainable Development and Risk Evaluation: Challenges and Possible new Methodologies, In. *Risk Science and Sustainability: Science for Reduction of Risk and Sustainable Development of Society*, eds. T.Beer, A.Izmail- Zade, Kluwer AP, Dordrecht, p. 87- 100.

4. Neural networks: a comprehensive foundation by Simon Haykin, Macmillan, 1994, 630 p.
5. Мартинюк П.М. Рівняння математичної фізики. : Навч. Посібник.- Рівне: НУВГП. 2007. -178 с.
6. Alexander Makarenko SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND PRINCIPLES OF SOCIAL SYSTEMS MODELING. Generis. 2020. 173 p. ISBN: 978-9975-153-81-9
7. Wolfram S. New kind of science. Wolfram Media Inc., USA, 2002. 1197 pp. (also at www.wolframscience.com).
8. Game'Life' http://en.wikipedia.org/wiki/Conway%27s_Game_of_Life
9. Newman M.E.J. The structure and function of complex networks. SIAM Review, 2003. vol. 45, n.2. с. 167 – 256.
- 10.Макаренко О.С.. Крушинський Д.А., Гольденгорін Б.І. Моделі клітинного автомата з атисипацією. Наукові Вісті НТУУ «КПІ», 2009, №. 1, с. 30-35.
- 11.Moon G. Nonlinear oscillations. Springer, 1990. 301 с.
- 12.Shuster G. Deterministic Chaos. Springer, 1980. 240 с.
- 13.Abarbanel H.D. Analysis of Observed Chaotic Data. Springer-Verlag, 1995. 296 с.
- 14.Wooldrige M., Jennings N. Agent Theories, Architectures and Languages: a Survey. Proc. Of the 1994 Workshop on Agent Theories, Architectures and Languages. Berlin: Springer-Verlag, 1995. с.1-29.
- 15.Лазарев Ю. MatLab 5.X. К.: Изд. Группа BHV, 2000. 384 с.
- 16.Пономаренко О.І., М.О. Перестюк, В.М. Бурим Основи математичної економіки. Київ: Інформтехніка, 1995. 320 с.
- 17.Сергеева Л.Н., Бакурова А.В. та ін.. Моделювання структури життєздатних соціально-економічних систем. Запоріжжя: КПУ, 2009. 200 с.
- 18.Макаренко О.С., Берадзе М., Мнацаканян М. Вступ до моделі Хопфілда. Методичний посібник. К. Політехніка. 1993. 18 с.
- 19.Strogatz S.H. Exploring complex networks. Nature, vol. 410, 8 March 2001. с. 268-276.
- 20.Albert R., Barabasi A.-L. Statistical mechanics of complex networks. Electronic Archiv arXiv: cond-mat/0106096 v1, 2001. 53 с.
- 21.Wooldrige M., Jennings N. Agent Theories, Architectures and Languages: a Survey. Proc. Of the 1994 Workshop on Agent Theories, Architectures and Languages. Berlin: Springer-Verlag, 1995. с.1-29.

Доступні електронні ресурси за темами курсу

1. Відеозаписи лекцій курсу (електронні носії біля 20 GB)
2. Відеозаписи практичних занять (електронні носії біля 20 GB)
3. Конспект матеріалів до курсу (електронні носії біля 50 MB)
4. Посилки на доступну у відкритому доступі в інтернеті (в завдіннях до лабораторних)

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендується притримуватись плану занять з темами.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Вступ в прогнозування та моделювання Необхідність прогнозування економічних систем. Принципи моделювання. Перелік деяких основних класів для моделювання.
2	Системна динаміка Дж. Форрестера Виникнення системної динаміки . Перелік робіт Дж. Форрестера. Алгебраїчні та звичайні диференційні рівняння в системній динаміці. Сучасний стан системної динаміки та її застосувань.
3	Джерела та описи невизначеностей при прогнозуванні та моделюванні економічних систем Джерела та опис невизначеностей. Статистичний опис. Динамічний хаос. Неймовірнісні невизначеності. Нечіткі множини.
4	Динамічний хаос в нелінійних моделях як засіб дослідження невизначеностей Історія та сучасний стан вивчення динамічного хаосу. Система Лоренца та її властивості. Застосування динамічного хаосу при прогнозуванні економічних процесів.
5	Моделі з дискретними часовими кроками в прогнозуванні Загальний опис моделей з дискретними часовими кроками. Дискретні динамічні системи. Логістичне рівняння та його властивості. Застосування моделей з дискретним часом в економічному прогнозуванні
6	Штучні нейронні мережі як засоби прогнозування. Базові принципи Історія виникнення штучних нейронних мереж. Мережі з зворотнім розповсюдженням похибки та Хопфілда як базові моделі. Властивість асоціативної пам'яті в нейромережних моделях.
7	Застосування нейронних мереж в прогнозуванні Різні варіанти застосування нейромереж в економічному прогнозуванні
8	Закономірності поведінки великих соціо-економічних систем та проблеми прогнозування їх поведінки Великі соціо-економічні системи та необхідність в прогнозуванні їх поведінки. Моделі для прогнозування. Моделі Макаренко про еволюцію та сталий розвиток.
9	Моделі клітинних автоматів як засіб для прогнозування та моделювання Уявлення про елементарні клітинні автомати та сучасний їх стан розвитку..
10	Клітинні автомати в економічному прогнозуванні

	Приклади застосування клітинних автоматів в економічному прогнозуванні.
11	Теорія мережевих систем Історія дослідження мережевих систем до 80-х років. Базові основи теорії мережевої науки. Сучасний стан розвитку теорії мережевих систем.
12	Застосування теорії мереж до прогнозування властивостей економічних, соціальних, політичних систем Приклади мережевих систем в економіці, політиці, соціальних системах та застосування їх до аналізу та прогнозування.
13	Мультиагентні системи. Загальний підхід. Джерела виникнення мультиагентного підходу та сучасні задачі для дослідження. Базові основи мультиагентного підходу.
14	Застосування мультиагентного підходу до прогнозування економічних та соціальних систем. Приклади застосування мультиагентного підходу до економічного прогнозування.
15	Підходи та засоби роботи з часовими рядами Часові ряди, джерела їх виникнення та задачі з їх обробки. Підходи до прогнозування поведінки часових рядів.
16	Класичні економічні моделі та врахування стохастичних впливів
17	Засоби та інструменти інформаційних технологій, що можуть використовуватися в економічному прогнозуванні Місце інформаційних технологій в економічному прогнозуванні. Пакети та програми, що застосовуються в економічному прогнозуванні.
18	Сучасні тенденції, що виникають в економічному прогнозуванні Нові напрямки досліджень економічних систем, що виникають на стику наукових дисциплін: фізики, біології, інформатики.

№ з/п	Назва теми комп'ютерних практикумів та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Системна динаміка Дж. Форрестера
2	Динамічний хаос в нелінійних моделях як засіб дослідження невизначеностей
3	Моделі з дискретними часовими кроками в прогнозуванні
4	Застосування теорії мереж до прогнозування властивостей економічних, соціальних, політичних систем
5	Класичні економічні моделі та врахування стохастичних впливів
6	Засоби та інструменти інформаційних технологій, що можуть використовуватися в економічному прогнозуванні

№ з/П	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	СРС
1	Вступ в прогнозування та моделювання	2
2	Системна динаміка Дж. Форрестера	2
3	Джерела та описи невизначеностей при прогнозуванні та моделюванні економічних систем	2
4	Динамічний хаос в нелінійних моделях як засіб дослідження невизначеностей	2
5	Моделі з дискретними часовими кроками в прогнозуванні	2
6	Штучні нейронні мережі як засоби прогнозування. Базові принципи	2
7	Застосування нейронних мереж в прогнозуванні	2
8	Закономірності поведінки великих соціо-економічних систем та проблеми прогнозування їх поведінки	2
9	Моделі клітинних автоматів як засіб для прогнозування та моделювання	2
10	Клітинні автомати в економічному прогнозуванні	2
11	Теорія мережевих систем	2
12	Застосування теорії мереж до прогнозування властивостей економічних, соціальних, політичних систем	2
13	Мультиагентні системи. Загальний підхід.	2
14	Застосування мультиагентного підходу до прогнозування економічних та соціальних систем.	2
15	Підходи та засоби роботи з часовими рядами	2
16	Класичні економічні моделі та врахування стохастичних впливів	2
17	Засоби та інструменти інформаційних технологій, що можуть використовуватися в економічному прогнозуванні	2
18	Сучасні тенденції, що виникають в економічному прогнозуванні	2

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Рекомендації до самостійної роботи: проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, розв'язок задач, написання протоколу та рефератів до вибраних тем, виконання розрахункової роботи, виконання домашньої контрольної роботи тощо відповідно до плану занять.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Зазначається система вимог, які викладач ставить перед студентом/аспірантом:

- *правила відвідування занять: бажано відвідування як лекцій, так і практичних;*

- *правила поведінки на заняттях: активність, підготовка коротких доповідей чи текстів, використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті;*
- *правила захисту комп'ютерних практикумів: персонально кожний студент з відповідями на додаткові питання;*
- *правила призначення заохочувальних балів: за активність та глибину знань;*
- *політика дедлайнів: вимагається здача по 3 комп'ютерних практикуми до 1 та 2 атестацій;*

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

Поточний контроль: опитування за темою комп'ютерних практикумів.

Максимальна оцінка за комп'ютерний практикум складає 15 балів.

Оцінка за активність на практичних заняттях: до 2 балів за заняття, але не більше 10 балів за семестр.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: [зарахування усіх комп'ютерних практикумів](#)

Студенти, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань («автоматом»).

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, але виконали умови допуску до заліку, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу. При цьому попередній рейтинг з дисципліни скасовується і до залікової відомості заносяться бали за залікову контрольну роботу («жорстка» PCO). Ця оцінка є остаточною.

Залікова контрольна робота складається з трьох питань за різними комп'ютерними практикумами, і за потреби додаткових теоретичних питань. Оцінювання відповіді:

- *студент бездоганно орієнтується в матеріалі комп'ютерних практикумів, правильно відповідає на додаткові питання: 95–100 балів;*
- *студент добре орієнтується в матеріалі комп'ютерних практикумів, правильно відповідає на додаткові питання з несуттєвими неточностями: 85–94 бали;*
- *студент добре орієнтується в матеріалі комп'ютерних практикумів, частково правильно відповідає на додаткові питання, або не може відповісти на окремі додаткові питання: 75–84 бали;*
- *студент в цілому орієнтується в матеріалі комп'ютерних практикумів, але з певними неточностями або помилками, частково правильно відповідає на додаткові питання, або не може відповісти на окремі додаткові питання: 65–74 бали;*
- *студент в цілому орієнтується в матеріалі комп'ютерних практикумів, але з суттєвими неточностями або помилками, не відповідає на більшість додаткових питань, але може відповісти на прості додаткові питання: 60–64 бали;*
- *студент не орієнтується в матеріалі комп'ютерних практикумів (менше 60% потрібної інформації), не може відповісти на додаткові питання: 0–59 балів.*

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор кафедри ММСА, д.ф.-м.н., професор, Макаренко Олександр Сергійович

Ухвалено кафедрою ММСА (протокол № 13 від 05.06.2024)

Погоджено Методичною комісією НН ІПСА (протокол № 10 від 24.06.2024)