



Моделювання систем

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології</i>
Освітня програма	<i>Системи і методи штучного інтелекту</i>
Статус дисципліни	<i>Основна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4.5 кредити ЕКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	
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 многовиду математичних моделей, що зустрічаються при моделюванні складних систем, формування елементарних уявлень про вибір моделі для конкретної системи чи процесу, а також ознайомлення з двеликою кількістю прикладів застосування різних моделей до практично важливих задач.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК 3 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК 8 Здатність генерувати нові ідеї (креативність)

ЗК 11 Здатність приймати обґрунтовані рішення

Фахові компетентності спеціальності (ФК):

ФК 4 Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач

математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач

ФК 6 Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризики

ФК 7 Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів

ФК 15 Здатність до аналізу та функціонального моделювання бізнес-процесів, побудови та практичного застосування функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем, методів оцінювання ризиків їх проектування

ФК 17 Здатність забезпечувати моделювання технічних та інформаційних об'єктів і систем штучного інтелекту, проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів

Програмні результати навчання (ПР):

ПР6 Використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів.

ПР7 Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно-та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.

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

знання: про типові та нові завдання, що пов'язані з побудовою сисортем штучного інтелекту для конкретних галузей знань та застосування; мати уявлення про типові набори математичних моделей, що придатні для вирішення таких задач та про нові сучасні напрямки в дослідженні та застосуванні штучного інтелекту; елементарні уявлення про деякі доступні комп'ютерні пакети та програми, що підходять для завдань моделювання та вивчення деяких визнаних прикладів такого моделювання

уміння: виокремити завдання для моделювання для систем штучного інтелекту, 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 застосуванні в системах штучного інтелекту.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Моделювання складних систем

Загальні уявлення про класичне та сучасне математичне моделювання в цілому та в застосуванні до задач, що виникають в зв'язку з потребами застосування систем штучного інтелекту; загальні уявлення про підходи до штучного інтелекту; сучасні архітектури нейромереж, модифікації клітинних автоматів та їх реальні застосування, знання про науку про мережі та їх практичні застосування, застосування багатоагентних моделей.

Структура кредитного модуля

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні і комп'ютерний практикум	СРС

1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Елементарні уявлення про штучний інтелект					
Тема 1. Елементарні уявлення про проблематику штучного інтелекту	12	4		4	4
Разом за розділом 1	12	4		4	4
Розділ 2. Мозок та його моделі					
Тема 1. Архітектура та ієрархія рівнів	4	2			2
Тема 2. Моделі нейрона та зв'язних елементів	6	2		2	2
Разом за розділом 2	10	4		2	4
Розділ 3. Нейромережні моделі					
Тема 1. Різні типи нейромережних моделей	10	4		2	4
Тема 2. Застосування нейромереж та їх нові типи	10	4		2	4
Разом за розділом 3	20	8		4	8
Розділ 4. Диференційні рівняння як моделі					
Тема 1. Диференційні рівняння та їх розв'язки	10	4		2	4
Разом за розділом	10	4		2	4
Розділ 5. Моделі клітинних автоматів					
Тема 1. Моделі клітинних автоматів	6	2		2	2

1	2	3	4	5	6
Тема 2. Застосування клітинних автоматів	6	2		2	2
Разом за розділом	12	4		4	4
Розділ 6. Мережові концепції					
Тема 1 Наука про мережі та її застосування	10	4		2	4
Разом за розділом	10	4		2	4
Розділ 7. Штучний інтелект та перспективи розвитку моделей					
Тема 1. Мультиагентні моделі	6	2		2	2
Тема 2. Перспективи розвитку	4	2			2
Разом за розділом 2	10	4		2	4
Екзамен					30 (15)
Всього годин	90	36		18	36

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Елементарні уявлення про проблематику штучного інтелекту Історія, варіанти підходів та означень концепції штучного інтелекту
2	‘Blue brain’ як приклад проекту з дослідження інтелекту Приклади великих світових проектів з комп’ютерного моделювання, баз даних та досліджень з властивостей процесів в мозку
3	Мозок як складна система: архітектура, елементи, властивості Елементарні уявлення будови мозку як системі, процесів в ньому, що досліджуються, та потреби в моделях
4	Ієрархія рівней процесів та підсистем у мозку Ієрархія рівнів у мозку та їх відображення в моделях
5	Приклади моделей мозкової діяльності Моделі полів нейронів, процесів в нейронах та у мозку в цілому
6	Моделі окремого нейрону та систем зв’язних елементів Нові моделі окремого нейронка та його підсистем, та моделі у вигляді систем зв’язних елементів. Синхронізація та хаотично поведінка
7	Нейромережні моделі типу Хопфілда та їх узагальнення Принципи побудови моделі Хопфілда та її узагальнень. Процедура навчання нейромереж.
8	Моделі з запізненням, випередженням та некласичними розв’язками

	Елементарні уявлення про моделі з запізненням, випередженням. Класичні, розривні та багатозначні розв'язки. Задачі керування.
9	Сучасні напрямки розвитку нейромережних моделей Напрямки розвитку нейромережних моделей. Комплексні, векторні, та багатоканальні нейромережі.
10	Приклади реальних застосувань нейромережних моделей Застосування нейромережних моделей: прогнозування, нечіткі мережі, глибинне навчання ('deep learning'), еволюційні алгоритми
11	Звичайні диференційні рівняння та рівняння у частих похідних як моделі Приклади моделей у вигляді звичайних диференційних рівнянь та в частих похідних. Розв'язки: хаос, солітони, фолдони, колапси
12	Властивості розв'язку моделей у вигляді диференційних рівнянь та приклади їх реальних застосувань Класи розв'язків, властивості та інтерпретація. Реальні застосування таких моделей та їх розв'язків
13	Сучасні напрямки розвитку моделей клітинних автоматів Уявлення про моделі клітинних автоматів, їх теорію та напрямки розвитку
14	Приклади реальних застосувань моделей клітинних автоматів Приклади моделювання з клітинними автоматами: рух пішоходів, медицина, розпізнавання образів, планування освіти, само організована критичність
15	Сучасний стан теоретичної науки про мережі Випадкові граfi. Їх властивості. Три найбільш типові мережі: повнозв'язна, локальна та «малий світ». Сучасні напрямки розвитку.
16	Приклади реальних систем та процесів де застосовуються концепції науки про мережі Приклади систем та їх моделювання з залученням мережевих концепцій: транспортні та енергетичні мережі, Інтернет, соціальні мережі, економічні процеси.
17	Принципи побудови мультиагентних моделей та їх зв'язок з системами штучного інтелекту Мультиагентній підхід та застосування в ньому концепцій з галузі штучного інтелекту
18	Перспективні напрямки розвитку математичного моделювання та систем штучного інтелекту Нові та майбутні напрямки в моделюванні та в розвитку систем штучного інтелекту. Ключові проблеми та труднощі та можливі шляхи їх подолання.

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1	1а. Концепції штучного інтелекту	2
	1б. Процеси в мозку та їх моделювання	2
2	2а. Застосування клітинних автоматів для моделювання реальних систем	2
	2б. Диференційні рівняння як моделі процесів та систем	2
3	3а. Нейромережні моделі(архітектура та теорія)	2
	3б. Застосування нейромереж для моделювання реальних систем	2
4	4. Застосування мережевих концепцій в моделюванні реальних систем	2
		2

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Панкратова Н.Д., Савченко І.О. Морфологічний аналіз. Проблеми, теорія, застосування. Навчальний посібник. – Наукова думка. – 2015. – 245 с.
2. Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І.В. Стеценко; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.
3. Коваль А.В. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів: навч. посібник / А.В. Коваль. Житомир : ЖДТУ, 2018. - 133 с.
4. Я.І. Виклюк, Р.М. Камінський, В.В. Пасічник Моделювання складних систем: посібник / – Львів: Видавництво «Новий Світ – 2000», 2020. – 404 с.
5. Індуктивний метод самоорганізації моделей складних систем / Івахненко О. Г. — Київ: Наук. думка, 1981 — 296 с.
6. Моделювання та оптимізація систем : підручник / [Дубовой В. М. , Кветний Р. Н. , Михальов О. І. , Усов А. В.] – Вінниця : ПП «ТД«Едельвейс», 2017 – 804 с.

Базова література є у вільному доступі в мережі Інтернет, бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського; посібник [1] надається студентам в електронному вигляді під час вивчення дисципліни.

Допоміжна література:

7. Теорія систем і системний аналіз : конспект лекцій / укладач С. В. Соколов. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 171 с.
8. Дьоміна В. М. Оптимізаційні методи та моделі. Моделювання систем масового обслуговування: конспект лекцій / В. М. Дьоміна; Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. – Х.: ХНАУ, 2015. – 42 с.

9. Литвинов А. Л. Теорія систем масового обслуговування : навч. посібник / А. Л. Литвинов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 141 с.
10. Жерновий Ю. В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування: Практикум. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 307 с.
11. Імітаційне моделювання систем та процесів: Електронне навчальне видання. Конспект лекцій / В. Б. Неруш, В. В. Курдеча. – К.: НН ІТС НТУУ «КПІ», 2012. – 115 с.
12. Madala H.R., Ivakhnenko A.G. Inductive Learning Algorithms for Complex Systems Modeling. CRC Press, 1994 - 368p.
13. Jolliffe I.T. Principal Component Analysis, Series: Springer Series in Statistics, 2nd ed., Springer, NY, 2002, XXIX, 487 p.
14. Maura E. Stokes, Charles S. Davis. Gary G. Koch. Categorical Data Analysis Using SAS. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2012. – 580 p.
15. Одрин, В. М. Морфологічний аналіз систем [Текст] / В. М. Одрин, С. С. Картавов // Київ: Наукова думка, 1977. — 183 с.
16. Ritchey, T. Futures Studies using Morphological Analysis [Text] / T. Ritchey // Adapted from an article for the UN University Millennium Project: Futures Research Methodology Series, 2005. – 14 p.

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 завідиннях до лабораторних)

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендується притримуватись плану занять з темами.

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/лабораторних;
- 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 лабораторних робіт: персонально кожний студент з відповідями на додаткові питання;*
- *правила призначення заохочувальних балів: за активність та глибину знань;*
- *політика дедлайнів: вимагається здача по 3 лабораторні до 1 та 2 атестацій;*

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

Вказуються всі види контролю та бали за кожен елемент контролю, наприклад:

Поточний контроль: опитування за темою лабораторними заняттями,

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. (2 протоколи для першої атестації, та 4 протоколи для другої)

За оформлений та надісланий протокол 10 балів за один (всього 6 протоколів, 60 балів)

Захист протоколу за один протокол від 1 до 5 балів (всього від 6 до 30 балів)

Бонусні бали за активність та глибоке вивчення тем (всього від 1 до 10 балів)

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування усіх лабораторних робіт

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *перелік питань, які виносяться на семестровий контроль в додатку до силабусу;*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою _____ (протокол № __ від _____)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № __ від _____)