



КОГНІТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</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>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин/ 4 кредити ЄКТС (лекції – 36 годин, семінарські заняття – 18 годин, СРС – 66 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	<i>https://schedule.kpi.ua/ 2 год лекційних та 1 год практичних (семінарських) занять на тиждень</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції та семінари проводить д.т.н., доцент кафедри ММСА Мілявський Юрій Леонідович, yuriy.milyavsky@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/MjIwNDk0NzZzMzYjMjk2?cjc=4ebrken</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Одним з підходів до вирішення складноструктурованих слабоформалізованих задач є когнітивне моделювання. Когнітивне моделювання – це розділ когнітивної науки, що займається моделюванням ментальних процесів та вирішення прикладних задач людиною за допомогою спрощених (графових чи інших) моделей, що можуть бути комп'ютеризовані і автоматизовані. Когнітивне моделювання є однією міждисциплінарних галузей науки, що найбільш стрімко розвиваються в останні десятиліття, і знаходиться на стику системного аналізу, комп'ютерних наук, математики, когнітивної психології та інших галузей прикладної когнітології (когнітивістики). Когнітивна карта є основним представленням статички і динаміки складної системи в цій науці. Вона дозволяє описувати і моделювати економічні, соціальні, політичні, психологічні, фінансові, біологічні та інші процеси, які раніше важко піддавались кількісному аналізу.

Метою навчальної дисципліни є формування знань і набуття досвіду з побудови когнітивних карт, їх аналізу, прогнозування, керування та застосування до вирішення практичних задач.

Предметом навчальної дисципліни є когнітивні моделі, зокрема, когнітивні карти, та їхнє застосування для вирішення широкого кола практичних задач, а саме аналізу складних систем різної природи, які можна описати та дослідити за допомогою моделей, методів і засобів, що відомі як когнітивні.

Дисципліна сприяє формуванню у студентів таких **компетентностей**:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
- Здатність формалізувати предметну область певного проєкту у вигляді когнітивної карти
- Здатність використовувати математичні методи для аналізу та синтезу когнітивних моделей предметної області
- Здатність проєктувати системи керування імпульсними процесами в когнітивних картах на основі методів теорії автоматичного керування

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі програмні **результати навчання**:

- Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу складних динамічних систем, що описуються моделями імпульсних процесів когнітивних карт
- Знати принципи і методи синтезу управління імпульсними процесами в когнітивних картах складних систем різної природи
- Здійснювати ідентифікацію та керування складними системами, що описуються когнітивними картами

Зокрема, такі **знання**:

- теоретичних основ когнітивного моделювання,
- властивостей систем, що описуються за допомогою когнітивних карт різного типу,
- принципів і методів управління імпульсними процесами когнітивних карт;

уміння:

- реалізувати повний цикл процесу побудови та аналізу когнітивної моделі складної системи,
- аналізувати систему, представлену когнітивною картою, на структурну, імпульсну та абсолютну стійкість,
- моделювати динаміку імпульсного процесу когнітивної карти при дії зовнішніх і внутрішніх збурень,
- управляти імпульсним процесом у когнітивній карті на основі методів теорії автоматичного керування;

досвід:

- практичної побудови когнітивної моделі складної системи,
- чисельного комп'ютерного моделювання складних динамічних систем, представлених когнітивними картами,
- дослідження основних властивостей заданої когнітивної карти,

— синтезу алгоритму управління імпульсним процесом когнітивної карти.

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

Місце навчальної дисципліни визначається набуттям системи компетентностей та здатностей вирішувати проблеми моделювання, аналізу та управління складними системами на основі когнітивної методології. Серед дисциплін, що передують «когнітивному моделюванню», є основи системного аналізу, теорія керування, дискретна математика (зокрема, теорія графів), математичне моделювання, програмування та алгоритмізація, лінійна алгебра. Знання, отримані при вивченні дисципліни, можуть бути використані студентами при написанні магістерської дисертаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Когнітивні карти

Тема 2. Управління та ідентифікація в імпульсних процесах когнітивних карт

Тема 3. Інші когнітивні моделі. Вступ до когнітивістики

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Мілявський Ю.Л. Ідентифікація та керування складними системами на основі моделей імпульсних процесів когнітивних карт: дис. ... докт. техн. наук : 01.05.04. Київ, 2021. 297 с. (НТБ ім. Г. Денисенка)
2. Roberts F. Discrete Mathematical Models with Applications to Social, Biological, and Environmental Problems. — Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1976. — 559 p. Або: Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. Пер. с англ. — М.: Наука, 1986. — 496 с. (НТБ ім. Г. Денисенка)
3. Инновационное развитие социально-экономических систем на основе методологий предвидения и когнитивного моделирования / Под ред. Г.В. Гореловой, Н.Д. Панкратовой. — К.: Наукова думка, 2015. — 464 с. (НТБ ім. Г. Денисенка)
4. Jerome R. Busemeyer, Adele Diederich. Cognitive Modeling. - SAGE, 2010. — 211 p. (За запитом викладачу)

Додаткова література

5. Kosko B. Fuzzy Cognitive Maps // International Journal of Man-Machine Studies. — 1986. — 24. — P. 65 — 75. URL: http://katedrawiss.uwm.edu.pl/sites/default/files/download/202006/kosko_fcm_fuzzy_cognitive_maps.pdf
6. Aguilar J. A Survey about Fuzzy Cognitive Maps Papers // International Journal of Computational Cognition. — 2005. — 3, N 2. — P. 27 — 33. URL:

https://www.researchgate.net/publication/228703248_A_survey_about_Fuzzy_Cognitive_maps_papers

7. Hagiwara M. Extended fuzzy cognitive maps // Proceedings of the 1st IEEE International Conference on Fuzzy Systems. – 1992. – P. 795 – 801. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/258761>
8. Mikhail Z. Zgurowsky, Victor D. Romanenko, Yuriy L. Milyavskiy. Principles and Methods of Impulse Processes Control in Cognitive Maps of Complex Systems. Part 1 // Journal of Automation and Information Sciences. – 2016. – Vol. 48, No. 3. – P. 36-45. URL: <http://www.dl.begellhouse.com/journals/2b6239406278e43e,27ddd3ba46288289,7d6469be01bb0be9.html>
9. Mikhail Z. Zgurowsky, Victor D. Romanenko, Yuriy L. Milyavskiy. Principles and Methods of Impulse Processes Control in Cognitive Maps of Complex Systems. Part II // Journal of Automation and Information Sciences. – 2016. – Vol. 48, No. 7. – P. 4-16. URL: <http://www.dl.begellhouse.com/journals/2b6239406278e43e,592e0f00354f01f3,394b1e4a340dc0f4.htmlb>
10. В.Д. Романенко, Ю.Л. Мілявський. Когнітивне моделювання динаміки прийняття рішень для стабілізації нестійких режимів у соціально-навчальному процесі студента // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2016. - № 5. – С. 48 – 53. (НТБ ім. Г. Денисенка)
11. В.Д. Романенко, Ю.Л. Мілявський. Методи керування імпульсними процесами когнітивних карт із запізненнями // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2015. – № 5. – С. 57 – 63. (НТБ ім. Г. Денисенка)
12. Романенко В.Д., Мілявський Ю.Л. Приглушення обмежених збурень імпульсних процесів у когнітивних картах за допомогою теорії H_∞ при неповних вимірюваннях координат вершин // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2017. – № 4. – С. 119–129. URL: <http://journal.iasa.kpi.ua/article/view/119464/114243>
13. V. Gubarev, V. Romanenko, Y. Miliavskiy. Identification in Cognitive Maps in the Impulse Processes Mode with Full Information // Journal of Automation and Information Sciences. – 2018. – Vol. 50, No. 8. – P. 1–15. URL: <http://www.dl.begellhouse.com/journals/2b6239406278e43e,2ec3cf2b062398ac,211a5ad66bc43aed.html>
14. Романенко В.Д., Мілявський Ю.Л. Координуюче керування імпульсним процесом когнітивної карти у стохастичному середовищі // Проблеми керування та інформатики. – 2022. - №4.- С. 49-58. URL: <https://jais.org.ua/storage/editor/files/romanenko1.pdf>
15. В.Ф. Губарев. Моделювання та ідентифікація складних систем. – К.: Наукова думка, 2019. – 248 с. (НТБ ім. Г. Денисенка)
16. Романенко В.Д. Методи автоматизації прогресивних технологій. – К.: Вища школа, 1995. – 519 с. (НТБ ім. Г. Денисенка)

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальна дисципліна охоплює 36 годин лекцій та 18 годин семінарських занять, а також виконання модульної контрольної роботи.

Основна мета семінарських занять полягає у тому, щоб навчити на прикладах, взятих із реального життя, як використовувати отримані знання для розв'язання практичних проблем, для вирішення яких необхідне застосування інструментарію когнітивного моделювання.

Тема 1 Когнітивні карти

Лекція 1 Вступ у когнітивне моделювання

Лекція 2 Основні типи когнітивних карт та їх узагальнень

Семінарське заняття 1 Приклади когнітивних карт реальних систем

Лекція 3 Основні типи нечітких когнітивних моделей

Лекція 4 Імпульсний процес у когнітивній карті

Семінарське заняття 2 Побудова когнітивних карт

Лекція 5 Стійкість когнітивних карт

Лекція 6 Структурний аналіз когнітивних карт

Семінарське заняття 3 Аналіз імпульсної та абсолютної стійкості когнітивних карт

Лекція 7 Методика побудови когнітивних карт

Тема 2 Управління та ідентифікація в імпульсних процесах когнітивних карт

Лекція 8 Вступ у проблему

Семінарське заняття 4 Структурний аналіз когнітивних карт

Лекція 9 Взаємозв'язок між когнітивними картами та системами у просторі станів

Лекція 10 Різноманітні когнітивні карти

Семінарське заняття 5 Побудова і аналіз нечітких когнітивних карт

Лекція 11 Управління когнітивними картами за допомогою варіювання ваговими коефіцієнтами

Лекція 12 Робастне управління імпульсним процесом в когнітивній карті

Семінарське заняття 6 Моделювання імпульсного процесу когнітивної карти

Лекція 13 Ідентифікація вагових коефіцієнтів когнітивних карт при вимірюванні всіх координат вершин

Лекція 14 Ідентифікація вагових коефіцієнтів когнітивних карт за наявності невимірюваних вершин

Семінарське заняття 7 Управління імпульсним процесом когнітивної карти за допомогою різних методів теорії керування в залежності від поставленої мети та специфіки предметної області

Тема 3 Інші когнітивні моделі. Вступ до когнітивістики

Лекція 15 Історія та базові ідеї когнітивного підходу, становлення когнітивістики

Лекція 16 Когнітивний інструментарій вирішення системних задач

Семінарське заняття 8 Застосування методів ідентифікації систем до визначення ваг ребер когнітивних карт

Лекція 17 Поняття про когнітивну лінгвістику, когнітивну семантику, когнітивну психологію.

6. Самостійна робота студента

Для більш поглибленого засвоєння матеріалу студент виконує індивідуальне завдання для вибраної студентом складної системи. Студент самостійно досліджує задачу, будує когнітивну карту, аналізує її властивості, моделює динаміку її імпульсного процесу при різних початкових збуреннях, управляє імпульсним процесом за допомогою обраного методу, робить висновки по результатах свого дослідження. Виконання цього завдання в цілому складає 8 частин модульної контрольної роботи, які виконуються студентом самостійно протягом семестру.

Частина 1 МКР: вибір складної системи для аналізу (3 години).

Частина 2 МКР: побудова когнітивної карти (5 годин).

Частина 3 МКР: дослідження стійкості когнітивної карти (3 години).

Частина 4 МКР: моделювання динаміки, прогнозування складної системи на основі імпульсного процесу когнітивної карти (5 годин).

Частина 5 МКР: перевірка адекватності отриманих результатів, за потреби – зміна вагових коефіцієнтів карти і повторне моделювання (3 години).

Частина 6 МКР: здійснення керування імпульсним процесом когнітивної карти на основі одного з методів теорії керування (9 годин).

Частина 7 МКР: підготовка висновків проведеного моделювання та керування (3 години).

Частина 8 МКР: оформлення звіту з проведеного дослідження (4 години).

Крім виконання МКР, СРС також включає в себе по 1 годині для підготовки до кожного лекційного та кожного семінарського заняття і 5 годин підготовки до заліку, що включає в себе підготовку презентації (слайдів та доповіді) по результатах МКР.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Академічна доброчесність та норми етичної поведінки. Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділах 2 і 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Інклюзивне навчання. Засвоєння знань та умінь в ході вивчення дисципліни може бути доступним для більшості осіб з особливими освітніми потребами, окрім здобувачів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Навчання іноземною мовою. У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до англomовних джерел.

Календарний контроль проводиться з метою підвищення якості навчання студентів та моніторингу виконання студентом вимог силабусу. На перший календарний контроль

необхідно виконати частини 1-3 МКР, на другий календарний контроль – частини 4-5 МКР.

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

Семестровий контроль проводиться у вигляді заліку. Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система та університетська шкала.

Поточний контроль: участь у роботі семінарів, доповіді.

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

Семестровий контроль: залік.

Якщо семестровий рейтинг більше 60 балів, студент може не виходити на залік, а отримати оцінку «автоматом».

Контрольний захід оцінювання	Максимальна кількість балів	Критерії оцінювання
Ч. 1 МКР	5	5 – тему вибрано, 0 – тему не вибрано
Ч. 2 МКР	15	13-15 – відмінно (карта має достатню кількість осмислених вершин, всі вершини мають шкали вимірювання, взаємозв'язки між вершинами відповідають логіці, жодні важливі зв'язки не пропущено), 11-12 – добре (є окремі недоліки, які легко виправляються), 8-10 – задовільно (багато недоліків, але з картою можна працювати)
Ч. 3 МКР	15	13-15 – відмінно (проведено дослідження структурної стійкості, якщо можливо, а також імпульсної стійкості та за значенням, власні числа знайдено і проінтерпретовано вірно), 11-12 – добре (є окремі недоліки, які легко виправляються), 8-10 – задовільно (багато недоліків, але висновок щодо стійкості вірний)
Ч. 4 МКР	20	18-20 – відмінно (здійснено моделювання всіх основних сценаріїв розвитку системи у відповідності зі специфікою когнітивної карти, моделювання виконано вірно, графіки чіткі і зрозумілі), 14-17 – добре (є окремі недоліки, які легко виправляються), 10-13 – задовільно (багато недоліків, але моделювання вірне і основні сценарії присутні)
Ч. 5 МКР	10	9-10 – відмінно (переконливо показано, що результати моделювання відповідають логіці предметної області, якщо знайдено розбіжності, надано пояснення і зроблено виправлення), 7-8 – добре (є окремі недоліки, які легко виправляються), 5-6 – задовільно (багато недоліків, але в цілому ясно, що карта адекватна)
Ч. 6 МКР	10	13-15 – відмінно (успішно застосовано підходящий метод теорії керування для досягнення коректно поставленої мети керування, чіткі графіки демонструють коректність результатів), 11-12 – добре (є окремі недоліки, які легко виправляються), 8-10 – задовільно (багато недоліків, але мета керування досягнута)
Ч. 7 МКР	15	13-15 – відмінно (сформульовано розлогі і коректні висновки, які мають практичний сенс і точно відповідають отриманим результатам, надано рекомендації щодо функціонування складної системи), 11-12 – добре (є окремі недоліки, які легко виправляються), 8-10 – задовільно (багато недоліків, але висновок в цілому вірний)
Ч. 8 МКР	10	9-10 – відмінно (звіт виконано у відповідності до всіх вимог, містить докладний опис усіх етапів МКР, без помилок), 7-8 – добре (є окремі

		недоліки, які легко виправляються), 5-6 – задовільно (багато недоліків, але звіт відображає проведену роботу)
--	--	---

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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцент кафедри ММСА, д.т.н. Мілявський Ю.Л.

Ухвалено кафедрою математичних методів системного аналізу (протокол № 13 від 05.06.2024)

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