



ПРОГРАМНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ РОЗРОБКИ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки
Освітня програма	Комп'ютерні науки
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)/очна(вечірня)
Рік підготовки, семестр	2 курс, 3 семестр
Обсяг дисципліни	4 кредита ЕКТС / 120 годин: лекції - 14 год., лабораторні роботи – 14 год., самостійна робота – 92 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	м.к.р., залік
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доцент, к.т.н., доцент Шаповалова Світлана Ігорівна, email: lanashape@gmail.com Практичні заняття: доцент, к.т.н., доцент Шаповалова Світлана Ігорівна, email: lanashape@gmail.com
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua

Програма навчальної дисципліни

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

Необхідність вивчення дисципліни визначається стрімкою інтелектуалізацією програмних систем в сучасному світі, що визначає зростання попиту на спеціалістів в галузі штучного інтелекту.

Метою дисципліни є формування у аспірантів здатності до створення програмних засобів реалізації логічного виведення та розв'язання інтелектуальних задач.

Предметом вивчення дисципліни є моделі, методи, інструментальні засоби реалізації та аналізу ефективності виведення логічних висновків на основі продукційної парадигми представлення знань.

Програмні результати навчання

– **знання** обчислювальних методів, які використовуються при реалізації логічного виведення, а саме концепції формалізму подання знань за продукційною моделлю; загальних підходів до проектування компонентів прототипної експертної системи; стратегій логічного виведення.

– **вміння:**

- створювати прототипні експертні системи, використовуючи продукційну обгортку CLIPS;
- обирати ефективну стратегію розв'язання конфліктів для поточної задачі логічного виведення;
- реалізовувати евристичні методи для оптимізації виведення заключень.

– **досвід** використання одержаних знань та умінь для:

- вдосконалення методів, способів та алгоритмів, які становлять продукційну модель представлення знань;
- розробки автономних та вбудованих в програмні комплекси експертних систем.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена на 2 курсі підготовки доктора філософії. Структура викладання побудована таким чином, щоб вивчення дисципліни мало теоретичне, наукове та практичне спрямування.

Вивчення дисципліни спирається на знання, отримані аспірантами в попередні роки навчання за освітніми програмами бакалавра та магістра в галузі 12 Інформаційні технології.

Аспіранти повинні мати знання з дисциплін “Дискретна математика”, зокрема, з теорії графів та логіки предикатів.

Після вивчення дисципліни студенти зможуть використати набуті знання та вміння при проектуванні, моделюванні та налагодженні інтелектуальних програмних систем, використовуючи для цього сучасний програмний інструментарій розробки.

Матеріал даної дисципліни може бути інструментальною основою для розробки програмного забезпечення та проведення обчислювальних експериментів при підготовці дисертації доктора філософії.

3. Зміст навчальної дисципліни

Лекційні заняття

Розділ 1. Програмний інструментарій розробки систем логічного виведення

Тема 1.1. Базові концепції реалізації логічного виведення

Тема 1.2. Механізм логічного виведення за продукційною моделлю

Розділ 2. Реалізація задач в CLIPS

Тема 2.1. Фундаментальні компоненти CLIPS

Тема 2.2. Реалізація задач в CLIPS, FuzzyCLIPS

Тема 2.3. Стратегії логічного виведення

Розділ 3. Логічне виведення за нечіткими, неповними та ненадійними даними та правилами

Тема 3.1. Логічне виведення за умов невизначеності

Тема 3.2. Нечітке виведення.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Шаповалова С.І., Мажара О.О. Програмний інструментарій розробки експертних систем: комп'ютерний практикум: навч. посіб. для здобувачів ступеня доктора філософії зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки. Київ. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 56 с.
2. Riley G. Adventures in Rule-Based Programming: A CLIPS Tutorial. Kindle Edition, 2022. 200 p. ISBN-13: 979-8985783919
3. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach, 4th US ed. Pearson, 2020. 1136 p. ISBN 978-0134610993.
4. Clips Documentstion, URL: <http://www.clipsrules.net/Documentation.html>
5. CLIPS: A Tool for Building Expert Systems / Download, Online Documentation, Support Information. URL: <http://clipsrules.sourceforge.net/>

Додаткова література

6. Аушева Н.М., Шаповалова С.І., Мажара О.О. Математичне забезпечення програмного інструментарію розробки систем екологічного моніторингу: монографія. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. 140 с.
7. Giarratano J., Riley G. Expert Systems: Principles and Programming, 4th ed. Course Technology, 2004. 288 p. ISBN-10:0534384471
8. Luger G. Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving, 6th ed. Addison-Wesley, 2008. ISBN-10: 0-321-54589-3
9. Jack L. Watkin The CLIPS Programming Language for Building Expert Systems, 2017, URL: <https://www.youtube.com/watch?v=XX8Fxze6Np8>
10. Jack L. Watkin An Introduction to the CLIPS Programming Language / Department of Electrical and Computer Engineering University of Dayton, Ohio 45469–0232 USA, 2017, URL: <http://perugini.cps.udayton.edu/teaching/courses/Spring2017/cps499/Languages/papers/CLIPS.pdf>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кільк. ауд.год.
Розділ 1. Програмний інструментарій розробки систем логічного виведення		
Тема 1.1. Базові концепції реалізації логічного виведення		
1	<i>ЛЕКЦІЯ 1</i> <i>Тема: Програмні засоби розробки систем, які базуються на правилах</i> Системи логічного виведення. Базові моделі програмного інструментарію логічного виведення. Сучасні версії Prolog. Визначення обгортки продукційних систем, сучасні засоби розробки систем, які базуються на правилах та їх основні характеристики. Підходи до вдосконалення механізмів логічного виведення. Ймовірнісне логічне програмування (probabilistic logic programming). Коіндуктивне логічне програмування (coinductive logic programming). Нездатне логічне виведення (defeasible reasoning) на основі правил, які можуть бути нездійсненними. Інтеграція парадигм логічного виведення в програмному інструментарії. Системи логічного виведення з реалізацією відповідного функціоналу.	2
Тема 1.2. Механізм логічного виведення за продукційною моделлю		
2	<i>ЛЕКЦІЯ 2</i> <i>Тема: Механізм логічного виведення за продукційною моделлю</i> Компоненти продукційної системи. Механізм і цикл логічного виведення: activation, conflict set resolution, firing. Задача доведення істинності антецедента. Підходи до співставлення: eager evaluation, lazy evaluation, binding space. Еволюція методів співставлення зі зразком. Rete та Treat алгоритми. Мережі потоків даних. Прямий та зворотній ланцюжки виведення: forward chaining (data-driven search), backward chaining (goal-directed strategy). Монотонне та немонотонне виведення.	2
Розділ 2. Реалізація задач в CLIPS		
Тема 2.1. Фундаментальні компоненти CLIPS		
3	<i>ЛЕКЦІЯ 3</i> <i>Тема: Фундаментальні компоненти CLIPS</i> Синтаксис команд та конструкцій. Лексеми. Поля та їх типи. Факти і правила. Конструкції, які їх визначають та команди обробки, відстеження, загрузки,	2

	збереження. Змінні.	
Тема 2.2. Реалізація задач в CLIPS, FuzzyCLIPS		
4	<i>ЛЕКЦІЯ 4 Тема: Реалізація задач в CLIPS, FuzzyCLIPS</i> Приклади розв'язання задач: представлення машини станів, реалізація пошуку в продукційній системі. Приклади представлень для нечіткого виведення в FuzzyCLIPS.	2
Тема 2.3. Стратегії логічного виведення		
5	<i>ЛЕКЦІЯ 5 Тема: Стратегії логічного виведення</i> Способи призначення пріоритетності правил CLIPS (salience, фокус модулю). Принципи розв'язання конфліктів. Стратегії розв'язання конфліктів в CLIPS (depth, breadth, simplicity, complexity, LEX, MEA, random strategies). Підходи до реалізації евристик. Функції, що спрямовують пошук (evaluate and cost functions). Характеристики оцінювальної функції: інформованість, припустимість, монотонність. Класифікація стратегій пошуку в просторі станів: за вибором переходу (depth, breadth, hill-climbing, best-first, A* search); за можливістю використання паралельних процесів пошуку (undirectional, bidirectional, binary decomposed search).	2
Розділ 3. Логічне виведення за нечіткими, неповними та ненадійними даними та правилами		
Тема 3.1. Логічне виведення за умов невизначеності		
6	<i>ЛЕКЦІЯ 6 Тема: Логічне виведення за умов невизначеності</i> Властивості, що впливають на підхід логічного виведення. Неповнота знань і немонотонна логіка. Недетермінованість виведень. Виведення в умовах невизначеності. Ненадійні знання. Точне ймовірнісне виведення. Наближене виведення.	2
Тема 3.2. Нечітке виведення		
7	<i>ЛЕКЦІЯ 7 Тема: Нечітке виведення</i> Теорія нечітких множин та її застосування для нечіткого виведення. Система нечіткого виведення. Етапи нечіткого виведення. Алгоритми нечіткого виведення: Mamdani, Tsukamoto, Sugeno & Takagi, Larsen.	2

Лабораторні роботи

N	Назва	Кільк. ауд.год
1	Представлення машини станів	4
2	Реалізація пошуку в продукційній системі	7
3	Контрольна робота	1
4	Залік	2

6. Самостійна робота аспіранта

Самостійна робота аспіранта (92 години) передбачає підготовку до практичних занять та контрольних заходів, проведення досліджень та підготовку вхідних даних до лабораторних робіт.

Розподіл годин самостійної роботи: підготовка до заліку – 30 годин; опанування програмного інструментарію – 22 годин; підготовка до лабораторних робіт – 36 годин; підготовка до модульної контрольної роботи – 4 години.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- Відвідування лекцій, а також відсутність на них, не оцінюється. Відвідування практичних занять є обов'язковою складовою вивчення матеріалу;
- При захисті робіт комп'ютерного практикуму аспірант має продемонструвати розроблений програмний код та результати його виконання на тестах, як заздалегідь підготованих, так і запропонованих викладачем. У випадку дистанційної форми навчання захист відбувається на відповідній конференції шляхом демонстрації екрана.
- Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.
- Норми етичної поведінки Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

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

1. Рейтинг аспіранта з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- виконання та захисту 2 лабораторних робіт;
- виконання 1 модульної контрольної роботи;
- виконання залікової контрольної роботи;

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Робота комп'ютерного практикуму оцінюється із 20 балів.

Кожна робота комп'ютерного практикуму зараховується за наявності коректних рішень та оцінюється таким чином:

- 1) оптимальність алгоритму виведення (10 балів);
- 2) оптимальність використаних структур подання інформації (10 бали).

Штрафні бали призначаються за:

- 1) несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) виконання завдання комп'ютерного практикуму – 5 балів;
- 2) ненадану або невірну відповідь на запитання – 5 балів.

Наявність позитивної оцінки захисту кожної роботи комп'ютерного практикуму є умовою допуску до залікової контрольної роботи.

2.2 Модульна контрольна робота оцінюється із 20 балів таким чином:

- 1) коректність отриманих рішень за всіма заданими стратегіями (15 балів);
- 2) оптимальне подання структур даних (5 бал).

2.3. Залікова контрольна робота оцінюється із 40 балів. Контрольні завдання цієї роботи складається з двох запитань, а також практичного завдання.

Кожна відповідь на запитання оцінюється з 10 балів за такими критеріями::

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10-9 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 8-7 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 6 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам на «задовільно» – 0 балів.

Нарахування балів за виконання практичного завдання оцінюється із 20 балів та здійснюється аналогічно опису в п.2.1.

3. Сума рейтингових балів, отриманих аспірантом протягом семестру, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Якщо сума балів менш ніж 57, студент виконує залікову контрольну роботу. У цьому разі сума балів за захист лабораторних робіт, поточні та залікову контрольні роботи переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

4. Аспірант, який у семестрі отримав не менш ніж 57 балів, може прийняти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі, бали отримані ним на контрольній роботі є остаточними.

5. Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок 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)

Теми розділу 2 можуть бути зараховані за наявності сертифікатів відповідних курсів або курсів з використання засобів логічного виведення на основі продукцій в сучасних програмних застосунках, наприклад, курс “Production Machine Learning Systems”, представлений coursera.org.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом, к.т.н., доц. Шаповаловою Світланою Ігорівною

Ухвалено кафедрою ЦТЕ (протокол № 20 від 30.05.24)

Погоджено Методичною радою НН ІАТЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 9 від 31.05.24)

Погоджено науково-методичною комісією КПІ ім.Ігоря Сікорського зі спеціальності 122
(протокол № 11 від 28.06.24)