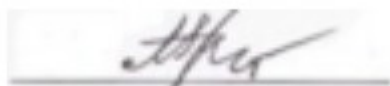


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра дискретного аналізу та інтелектуальних систем

Затверджено

на засіданні кафедри дискретного аналізу
та інтелектуальних систем
факультету прикладної математики та
інформатики
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1/24 від 30 серпня 2024 р.)

Завідувач кафедри Притула М. М.



Силабус з навчальної дисципліни «Моделі подання знань»,
що викладається в межах ОПП Інформатика
другого (магістерського) рівня вищої освіти
для здобувачів з спеціальності 122 – комп'ютерні науки

Львів 2024 р.

Назва дисципліни	Моделі подання знань
Адреса викладання дисципліни	Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, Україна, 79000
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет прикладної математики та інформатики Кафедра дискретного аналізу та інтелектуальних систем
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – інформаційні технології 122 – комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Щербина Юрій Миколайович , професор кафедри дискретного аналізу та інтелектуальних систем, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки (лекції та лабораторні заняття). Коковська Ярина Володимирівна , доцент кафедри дискретного аналізу та інтелектуальних систем (лабораторні заняття).
Контактна інформація викладачів	yuriy.shcherbyna@lnu.edu.ua ; https://ami.lnu.edu.ua/employee/scherbyna ; yaryna.kokovska@lnu.edu.ua Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 360. м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації проводять раз на тиждень згідно з оприлюдненим розкладом консультацій викладача. Можливі он-лайн консультації через Zoom чи Microsoft Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Моделі подання знань” є нормативною дисципліною з спеціальності 122 – комп'ютерні науки для освітньої програми Інформатика, яка викладається в 2-му семестрі другого (магістерського) рівня освіти в обсязі 5-ти кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Мета та цілі дисципліни	Курс має на меті поглиблене вивчення студентами тематики з побудови інтелектуальних агентів, які діють на основі знань. Поняття, які вивчаються, (подання знань і процеси міркування, які пов'язують знання з дійсністю) є головними у всій сфері штучного інтелекту.
Коротка анотація дисципліни	Розглядається технологія інтелектуальних агентів, заснованих на знаннях: семантика і теорія доведень для пропозиційної логіки і логіки першого порядку, а також реалізія агентів, у яких застосовуються ці варіанти логіки. Окремо розглядаються питання про те, яке інформаційне наповнення потрібно помістити в базу знань такого агента, тобто як представляти факти про світ. Вивчається ідея загальної онтології, яка дає змогу організувати все, що існує в світі, у вигляді ієрархії категорій. Розглядаються основні категорії об'єктів, способи подання для дій, які відіграють центральну роль у створенні агентів, заснованих на знаннях.
Література для вивчення дисципліни	<i>Основна</i> 1. S. Russell, P. Norvig. Artificial Intelligence. A Modern Approach. Fourth Edition. Pearson, 2021. 2. Ю.В. Нікольський, В.В. Пасічник, Ю.М. Щербина. Дискретна математика. Львів, Магнолія 2006, ЛНУ ім. Івана Франка, 2023. 3. Ю. М. Щербина, Н. М. Колос, О. Я. Прядко. Математична логіка для комп'ютерних наук. Львів, ЛНУ ім. Івана Франка, 2023.

	<p><i>Додаткова</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 4. <i>F. Baader, I. Horrocks, C. Lutz, U. Satter. An Introduction to Description Logic. Cambridge University Press, 2017</i> 5. <i>Nils J. Nilsson. Artificial Intelligence: A New Synthesis. Morgan Kaufmann Publishers, 1998.</i> 6. <i>M. Huth, M. Ryan. Logic in Computer Science: Modelling and Reasoning about Systems. Second Edition, Cambridge University Press, 2012.</i> 7. <i>В.В. Литвин. Методи та засоби інженерії даних та знань. Львів, «Магнолія 2006», 2012.</i> 8. <i>М.М. Глібовець, О.В. Олецький. Штучний інтелект. Київ, Видавничий дім «КМ Академія», 2002.</i>
<p>Обсяг курсу</p>	<p>Загальний обсяг: 150 годин. Аудиторних занять: 48 год., з них 32 години лекцій та 16 годин лабораторних занять. Самостійної роботи: 102 години.</p>
<p>Очікувані результати навчання</p>	<p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <p>Знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - декларативний і процедурний підходи в задачі побудови інтелектуального агента; - методика логічного виведення у пропозиційній логіці і в логіці першого порядку; - пряме логічне виведення; - зворотне логічне виведення; - резолютивне логічне виведення; - логічні моделі подання знань; - онтологічну інженерію; - системи формування міркувань для категорій; - міркування з інформацією за замовчуванням; - продукційні моделі подання знань; - семантичні мережі для подання знань; - фреймові моделі для подання знань. <p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - використовувати декларативний і процедурний підходи в задачі побудови інтелектуального агента; - виконувати логічне виведення у пропозиційній логіці; - використовувати логіку першого порядку для процесу інженерії знань; - виконувати виведення у логіці першого порядку; - виконувати пряме логічне виведення; - виконувати зворотне логічне виведення; - виконувати логічне виведення за допомогою резолюції; - використовувати логічні моделі подання знань; - використовувати онтологічну інженерію; - застосовувати системи формування міркувань для категорій; - застосовувати міркування з інформацією за замовчуванням; - використовувати продукційні моделі подання знань; - використовувати семантичні мережі для подання знань; - використовувати фреймові моделі для подання знань. <p>Курс забезпечує набуття таких компетентностей: ЗК 2, СК 2, СК 5, СК 6, СК 9, СК 13; та програмних результатів навчання: ПРН 1, ПРН 3, ПРН 6, ПРН 7, ПРН 12, ПРН 16, ПРН 20, ПРН 21.</p>

Ключові слова	Знання, модель подання знань, інженерія знань, логічне виведення, пряме логічне виведення, зворотне логічне виведення, резолюція, логічна модель, продукційна модель, семантична мережа, фреймова модель, категорії, об'єкти, інформація за замовчуванням.
Формат курсу	Очний, дистанційний. Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій.
Теми	<ol style="list-style-type: none"> 1. Агенти, засновані на знаннях. Декларативний і процедурний підходи до створення системи. Об'єднання в проекті декларативних і процедурних елементів. 2. Логічні агенти, побудовані на пропозиційній логіці. Приклад простої бази знань. 3. Логічне виведення в пропозиційній логіці. Правила виведення в пропозиційній логіці. 4. Резолюція у пропозиційній логіці. Алгоритм резолюції. Горнівські диз'юнкти. Пряме і зворотне логічне виведення. 5. Ефективне пропозиційне логічне виведення. Повний алгоритм пошуку з поверненнями. Алгоритми локального пошуку. 6. Інтелектуальні агенти, основані на пропозиційній логіці. Утворення планів за допомогою логічного виведення. 7. Логіка першого порядку. Мови подання міркувань. 8. Використання логіки першого порядку. Процес інженерії знань. 9. Пряме логічне виведення в логіці першого порядку. Ефективне пряме логічне виведення. 10. Зворотне логічне виведення в логіці першого порядку. Логічне програмування. 11. Резолюція в логіці першого порядку. Практика використання програм автоматичного доведення теорем. 12. Онтологічна інженерія. 13. Категорії та об'єкти. Події. 14. Ментальні об'єкти та модальна логіка. 15. Системи формування міркувань для категорій. 16. Міркування з інформацією за замовчуванням. 17. Продукційні мережі. Семантичні мережі. 18. Фреймові моделі подання знань.
Підсумковий контроль, форма	Екзамен у кінці другого семестру другого (магістерського) рівня освіти. Формат екзамену: письмовий тестовий.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базові знання з таких дисциплін: 1) дискретна математика; 2) математична логіка, які читаються впродовж 1–3 семестрів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, достатні для сприйняття категоріального апарату моделей і методів подання знань.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції Індивідуальні завдання Групові проекти, менторство
Необхідне обладнання	Комп'ютер, Internet, медіа-проектор.

Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою кожного семестру.

Оцінка за шкалою ECTS		Оцінка в балах	Екзамен	
A	Відмінно	100 - 90	Відмінно	5
B	Дуже добре	81 - 89	Добре	4
C	Добре	71 - 80		
D	Задовільно	61 - 70	Задовільно	3
E	Достатньо	51 - 60		
FX (F)	Незадовільно	0 - 50	Незадовільно	

Поточне оцінювання: впродовж семестру студент може отримати 50 балів. З них:

- **за роботу на лабораторних заняттях:** максимальна кількість – 36 балів (завдання № 1-4 – по 9 балів). Для кожного завдання зазначено терміни подання. Роботи, які подаються з порушенням термінів без поважних причин оцінюються нижчою оцінкою (кожне завдання на 2-3 бали менше).

- **за виконану індивідуальну розрахункову роботу в семестр:** 14% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 14.

Підсумкове оцінювання проводиться у вигляді письмового екзамену (50 балів: 5 теоретичних/практичних завдань по 10 балів кожне).

Підсумкова максимальна кількість балів 100 за кожний семестр.

Критерії оцінювання завдань № 1-4 та індивідуальної розрахункової роботи.

Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)

5 балів	14 балів	Критерій оцінювання
5 балів	14 балів	Студент повністю виконав умови завдання, алгоритм реалізовано правильно, відповідає на всі запитання, пов'язані з тематикою завдання, проводить чіткий аналіз та порівняння отриманих результатів, пропонує інші підходи до вирішення сформульованого завдання.
4 бали	9-13 балів	Студент повністю виконав умови завдання; на деякі запитання, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з незначними неточностями, проводить аналіз отриманих результатів з незначними неточностями; алгоритм реалізовано правильно.
3 бали	6-8 балів	Студент виконав завдання з незначними помилками, але самостійно їх виправляє, якщо на них вкаже викладач, на деякі запитання, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з неточностями, допускає неточності під час аналізу отриманих результатів.
2 бали	4-5 балів	Студент виконав завдання частково, алгоритм реалізовано з помилками, які частково може виправити, якщо на них укаже викладач, на запитання відповідає з помилками, допускає помилки під час аналізу отриманих результатів.

1 бал	2-3 бали	Студент виконав завдання частково, алгоритм реалізовано з помилками, які самостійно виправити не може, на запитання переважно не відповідає.
0 балів	0 балів	Студент не володіє навчальним матеріалом і не виконав завдання.

Критерії оцінювання теоретичних/практичних завдань (екзамен):

**Екзамен
(50балів)**

Критерії оцінювання

- 50 балів:** студент правильно виконав практичне завдання; вільно володіє навчальним матеріалом, чітко розкриває зміст теоретичних питань;
- 40-49 балів:** студент виконав завдання з незначними помилками (на кінцевому етапі), але алгоритм розв'язування знає і вміє його застосовувати; добре володіє навчальним матеріалом, розкриває повністю зміст теоретичних питань з незначними неточностями;
- 30-39 балів:** студент виконав завдання з помилками, алгоритм виконання, в основному, знає; володіє навчальним матеріалом на достатньому рівні, розкриває зміст теоретичних питань невичерпно та з неточностями, виникають труднощі під час аналізу матеріалу;
- 10-29 бали:** студент виконав лише частину завдання або повністю, але зі помилками; частково знає теоретичний матеріал (основні поняття, твердження, нескладні алгоритми), розкриває зміст питань зі помилками;
- 1-9 бали:** студент виконав лише частину завдання або повністю, але зі значними помилками; частково знає теоретичний матеріал (основні поняття, твердження, нескладні алгоритми), розкриває зміст питань зі значними помилками;
- 0 балів:** студент не володіє навчальним матеріалом і не виконав завдання.

Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть їх самостійними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

	<p>Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів, визначених для виконання всіх видів письмових робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, отримані при поточному тестуванні, виконанні індивідуального завдання та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях, не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<p>Питання до екзаменів.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Агенти, засновані на знаннях. 2. Декларативний підхід до створення системи. 3. Процедурний підхід до створення системи. 4. Логічні агенти, побудовані на пропозиційній логіці. 5. Навести приклад простої бази знань. 6. Логічне виведення в пропозиційній логіці. 7. Еквівалентність, загальнозначимість і виконуваність. 8. Правила виведення в пропозиційній логіці. 9. Резолюція у пропозиційній логіці. 10. Алгоритм резолюції. 11. Горнівські диз'юнкти. 12. Пряме і зворотне логічне виведення. 13. Ефективне пропозиційне логічне виведення. 14. Повний алгоритм пошуку з поверненнями. 15. Алгоритми локального пошуку. 16. Складні задачі перевірки виконуваності. 17. Інтелектуальні агенти, основані на пропозиційній логіці. 18. Утворення планів за допомогою логічного виведення. 19. Логіка першого порядку. 20. Мови подання міркувань. 21. Синтаксис і семантика логіки першого порядку. 22. Використання логіки першого порядку. 23. Процес інженерії знань. 24. Уніфікація та підйом. 25. Пряме логічне виведення в логіці першого порядку. 26. Ефективне пряме логічне виведення. 27. Зворотне логічне виведення в логіці першого порядку. 28. Логічне програмування. 29. Резолюція в логіці першого порядку. 30. Практика використання програм автоматичного доведення теорем. 31. Онтологічна інженерія. 32. Категорії та об'єкти. 33. Події.

	<p>34. Ментальні об'єкти та модальна логіка.</p> <p>35. Системи міркувань для категорій.</p> <p>36. Міркування з інформацією за замовчуванням.</p> <p>37. Продукційні мережі.</p> <p>38. Семантичні мережі.</p> <p>39. Фрейми та слоти: базові поняття.</p> <p>40. Фреймові моделі подання знань.</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література	Завдан-ня, год.	Термін виконання
1	Тема 1. Логічні агенти, які ґрунтуються на знаннях. (Проектування інтелектуальних агентів, які мають здатність формувати представлення про світ, використовують процес логічного виведення для отримання нових уявлень про світ, а також застосовують ці нові уявлення для визначення того, що потрібно робити.)	лекція, самостійна робота	[1-8]	2 6	1 тиждень
2	Тема 2. Пропозиційна логіка. (Синтаксис і семантика пропозиційної логіки.)	лекція, самостійна робота	[1-8]	2 6	1 тиждень
	Тема 2. Пропозиційна логіка. (Синтаксис і семантика пропозиційної логіки.)	лаб.	[1-8]	2	
3	Тема 3. Шаблони формування міркувань у пропозиційній логіці. (Логічне виведення, еквівалентність, загальнозначущість і виконуваність, правила виведення.)	лекція, самостійна робота	[1-8]	2 6	1 тиждень
4	Тема 4. Агенти, які ґрунтуються на пропозиційній логіці. (Резолюція, кон'юнктивна нормальна форма, алгоритм резолюції, повнота резолюції.)	лекція, самостійна робота	[1-8]	2 6	1 тиждень
	Тема 4. Агенти, які ґрунтуються на пропозиційній логіці. (Кон'юнктивна нормальна форма, алгоритм резолюції.)	лаб.	[1-8]	2	
5	Тема 4. Агенти, які ґрунтуються на пропозиційній логіці. (Горнівські диз'юнкти, пряме і зворотне логічне виведення.)	лекція, самостійна робота, індивід. завд. за темами лекцій 1-4 (Завд. 1).	[1-8]	2 6	1 тиждень

6	Тема 5. Ефективне пропозиційне логічне виведення. (Повний алгоритм пошуку з поверненнями, алгоритм локального пошуку, складні задачі перевірки виконуваності)	лекція, самостійна робота	[1-8]	2 6	1 тиждень
	Тема 5. Ефективне пропозиційне логічне виведення. (Повний алгоритм пошуку з поверненнями, алгоритм локального пошуку)	лаб.	[1-8]	2	
7	Тема 6. Інтелектуальні агенти, основані на пропозиційній логіці. (Поточний стан світу, гібридний агент, жадібний алгоритм пошуку, алгоритм A*, оцінка логічного стану, утворення планів за допомогою логічного виведення.)	лекція, самостійна робота. індивід. завд. за темами лекцій 5-6. (Завд. 2).	[1-8]	2 6	1 тиждень
8	Тема 7. Логіка першого порядку. (Мови подання міркувань. Синтаксис і семантика логіки першого порядку.)	лекція, самостійна робота	[1-8]	2 7	1 тиждень
	Тема 7. Логіка першого порядку. (Мови подання міркувань. Синтаксис і семантика логіки першого порядку.)	лаб.	[1-8]	2	
9	Тема 8. Використання логіки першого порядку. (Твердження і запити в логіці першого порядку. Приклад проблемної області. Числа, множини, списки. Світ вампуса. Процес інженерії знань. Проблемна область електронних схем.)	лекція, самостійна робота. індивід. завд. за темами лекцій 7-8. (Завд. 3).	[1-8]	2 7	1 тиждень
10	Тема 9. Логічне виведення в логіці першого порядку. Пряме логічне виведення. (Порівняння методів логічного виведення в пропозиційній логіці та в логіці першого порядку. Уніфікація та підйом. Пряме логічне виведення.)	лекція, самостійна робота	[1-8]	2 7	1 тиждень
	Тема 9. Логічне виведення в логіці першого порядку. Пряме логічне виведення. (Уніфікація та підйом. Пряме логічне виведення.)	лаб.	[1-8]	2	1 тиждень
11	Тема 10. Зворотне логічне виведення в логіці першого порядку. (Алгоритм зворотного логічного виведення.)	лекція, самостійна робота	[1-8]	2 7	1 тиждень

12	<p>Тема 10. Зворотне логічне виведення в логіці першого порядку. (Логічне програмування: визначення відношень на основі фактів; визначення відношень на основі правил; рекурсивні правила; загальні принципи пошуку відповідей на запити системою Prolog.)</p>	лекція, самостійна робота	[1-8]	2 7	1 тиждень
	<p>Тема 10. Зворотне логічне виведення в логіці першого порядку. (Логічне програмування: загальні принципи пошуку відповідей на запити системою Prolog.)</p>	лаб.	[1-8]	2	1 тиждень
13	<p>Тема 11. Резолюція в логіці першого порядку. (Теорема Геделя про неповноту. Сколемівська нормальна форма. Правило логічного виведення за допомогою резолюції. Приклади доведень. Повнота резолюції. Урахування відношення рівності. Стратегії резолюції. Практика використання програм автоматичного доведення теорем.)</p>	лекція, самостійна робота. індивід. завд. за темами лек. 9-11. (Завд. 4).	[1-8]	2 7	1 тиждень
14	<p>Тема 12. Продукційні моделі. (Характеристика продукційних моделей. Продукції та мережі виведення. Типова схема роботи експертної системи на базі продукцій. Пряме і зворотне виведення. Типові дисципліни виконання продукцій. Основні стратегії вирішення конфліктів у продукційних системах.)</p>	лекція, самостійна робота	[1-8]	2 6	1 тиждень
	<p>Тема 12. Продукційні моделі. (Характеристика продукційних моделей. Продукції та мережі виведення. Типова схема роботи експертної системи на базі продукцій. Пряме і зворотне виведення.)</p>	лаб.	[1-8]	2	1 тиждень
15	<p>Тема 13. Семантичні мережі. (Зв'язки між інформаційними одиницями. Проблема винятків. Визначення та класифікація семантичних мереж. Семантичні мережі в пам'яті людини. Трирівнева архітектура семантичних мереж. Асиміляція нових знань на основі семантичних мереж. Різні способи задання семантичних мереж. Логічне виведення на семантичних мережах. Процедурні і розділені семантичні мережі.)</p>	лекція, самостійна робота	[1-8]	2 6	1 тиждень
16	<p>Тема 14. Фреймові моделі. (Фрейми та слоти: базові поняття. Ієрархія та наслідування фреймів. Мережі фреймів. Операції для фреймових моделей.)</p>	лекція, самостійна робота	[1-8]	2 6	1 тиждень
	Модульний контроль	лаб.	-	2	