

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Кафедра штучного інтелекту та програмного забезпечення

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор  
з науково-педагогічної роботи

А.В. Пантелеймонов

2019 р.



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Методи та системи штучного інтелекту**

рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський) рівень</u>
галузь знань	<u>12 Інформаційні технології</u>
спеціальність	<u>122 Комп'ютерні науки</u>
освітня програма	<u>Комп'ютерні науки</u>
спеціалізація	<u></u>
вид дисципліни	<u>обов'язкова</u>
факультет	<u>комп'ютерних наук</u>

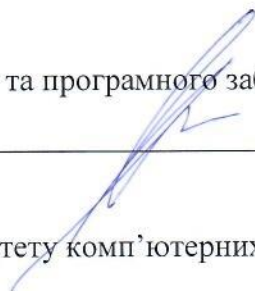
Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук  
«27» червня 2019 року, протокол № 2

**РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

доктор фізико-математичних наук, професор кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення **Куклін Володимир Михайлович;**


Програму схвалено на засіданні кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення  
Протокол від «29» травня 2019 року № 11

Завідувач кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення

  
\_\_\_\_\_ (Куклін В.М.)

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук  
Протокол від «20» червня 2019 року № 9

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук

  
\_\_\_\_\_ (Бердніков А.Г.)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Методи та системи штучного інтелекту» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок у формуванні схем прийняття рішень різних інтелектуальних систем.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- ознайомлення з принципами створення експертних систем та спеціалізованих мов штучного інтелекту.
- освоєння основних методів представлення знань в глобальних базах експертних систем.
- ознайомлення з різноманітними напрямками та методологією методів прийняття рішень та логічного виводу.
- навчання майбутніх фахівців теорії та практиці застосування методів логічного виводу та систем прийняття рішень.

1.3. Кількість кредитів – 3

1.4. Загальна кількість годин – 90

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
<u>Нормативна / за вибором</u>	
денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	
Семестр	
6-й	
Лекції	
32 год.	_____ год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	_____ год.
Лабораторні заняття	
_____ год.	_____ год.
Самостійна робота	
_____ год.	_____ год.
Індивідуальні завдання	
26 год	_____ год.

## 1.6. Заплановані результати навчання

### **мати уявлення:**

- про методи та принципи розробки систем логічного виводу,
- про використання математичної та нечіткої логіки для створення систем прийняття рішень,
- про формування та корекцію планів робіт;

### **знати:**

- теоретичні основи теорії предикатів;
- основні методи прийняття рішень на графах та системах фреймів, що застосовуються при розв'язанні прикладних задач;
- області та особливості застосування нечіткої логіки, особливо в розробці нечітких нейронних мереж,
- методи формування програми дій робота.

### **вміти:**

- обирати варіанти схем логічного виводу для поставлених практичних задач;
- застосовувати методи формалізації знань та умов;
- аналізувати отримані результати.

## **2. Тематичний план навчальної дисципліни**

### *Розділ 1. Системи штучного інтелекту.*

#### *Тема 1. Вступ до предмету. Терміни та визначення.*

Визначення інтелекту, природного та штучного. Тест Тюрінга. Експертні системи, нейронні мережі, багатоагентний інтелект.

#### *Тема 2. Історія розвитку штучного інтелекту.*

Логічні завдання, математична логіка, формалізація логічних обчислень. Створення систем на базі формальної логіки, експертні системи. Нечітка логіка.

Природний та штучний нейрон. Перцептрон, перша «зима» нейронного напрямку. Активна фаза створення нейронних мереж. Поява нечіткої логіки, нечіткі нейрони, нейронні мережі на базі нечіткої логіки.

#### *Тема 3. Сучасні підходи до побудови систем штучного інтелекту.*

Нейробіотичний напрям, проблеми навчання, задачі вводу даних. Методи логічного виводу. Створення інтерактивних систем.

#### *Тема 4. Системи функціонування інтелекту.*

Елементи складних систем: Асоціативність. Зворотній зв'язок. Методи вводу даних та знань в глобальну базу даних, зміни бази даних. Навчання нейронних мереж традиційних та створених на основі нечіткої логіки, проблеми архітектури нейронних мереж. Перколяція в природних нейронних мережах. Особливості перколяції в штучних системах. Нові шанси для створення інтелекту, подібного людському.

### *Розділ 2. Прості системи логічного висновку.*

#### *Тема 1. Прості експертні системи.*

Вступ. Байесовська система логічного виводу. Простий логічний вивод. Реляційна база даних як система штучного інтелекту. Система STRIPS. Рішення простих задач роботом.

## *Тема 2. Елементи формальної логіки.*

Силогізм. Начала формальної логіки. Логіка висловлювання.

## *Розділ 3. Системи з чіткою логікою.*

### *Тема 1. Сутність представлень фактів, правил на логіки предикатів.*

Основна термінологія. Процедури зміни ВПФ в обчисленні предикатів. Резолюція. Пряма та оборотна дедукція. Доказ теорем та методи отримання рішень.

### *Тема 2. Графи.*

Представлення в мережах. Пошук на графі. Стратегія керування. Розвиток системи. Версія обчислення предикатів.

### *Тема 3. Система фреймів.*

Структура фрейму. Опис знань и за допомогою фреймів. Операції з системою функціональних фреймів.

### *Тема 4. Мова «ПРОЛОГ»*

Факти правила, цілі мови ПРОЛОГ, структура питань

### *Тема 5. Математика Черча.*

Перехід до функціональної мови ЛІСП.

## *Розділ 4. Системи з нечіткою логікою.*

### *Тема 1. Нечітка логіка.*

Елементи нечітких множин. Операції з нечіткими об'єктами. Формальні схеми та алгоритми нечіткого логічного виводу.

### *Тема 2. Нейронні мережі на базі нечіткої логіки.*

Нечіткі нейрони. Розробка мережі.

## *Розділ 5. Системи прийняття рішень для робота та семантичні мережі.*

### *Тема 1. Логічний вивод для робота*

Процедури створення програми дій робота в системі STRIPS. Конструювання програми дій робота за допомогою O-правил. Технологія рішення задач в системі RSTRIPS. Рішення проблеми взаємодії цілей. Представлення програми в вигляді графа. Декомпозиції графу. Система DCOMP.

### *Тема 2. Структуровані об'єкти.*

Загальні уявлення. Семантичні мережі. Уніфікація vs відповідність. Дедуктивні операції з структурованими об'єктами.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Усього	Денна форма			
		у тому числі			
	л	п	інд	ср	
<b>Розділ 1. Вступ до штучного інтелекту.</b>					
Тема 1. Вступ до предмету.	2	1			1
Тема 2. Історія розвитку штучного інтелекту.	2	1			1
Тема 3. Сучасні підходи до побудови систем штучного інтелекту.	4	2			2
Тема 4. Системи функціонування інтелекту.					
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>0</b>		<b>4</b>
<b>Розділ 2. Прості системи логічного висновку.</b>					
Тема 1. Прості експертні системи	10	4	4		2
Тема 2. Елементи формальної логіки.	6	2	2		2
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>4</b>
<b>Розділ 3. Системи з чіткою логікою.</b>					
Тема 1. Логіка предикатів. Процедури зміни ВПФ.	10	4	4		2
Тема 2. Графи.	6	2	2		2
Тема 3. Система фреймів.	6	2	2		2
Тема 4 Мова Пролог	8	2	4		2
Тема 5 Математика Черча. мова ЛІСП	6	2	2		2
<b>Разом за розділом 3</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>14</b>		<b>10</b>
<b>Розділ 4. Системи з нечіткою логікою.</b>					
Тема 1. Нечітка логіка.	8	2	4		2
Тема 2 Мережі на основі нечіткої логіки	6	2	2		2
<b>Разом за розділом 4</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>6</b>		<b>4</b>
<b>Розділ 5. Системи прийняття рішень для робота та семантичні мережі.</b>					
Тема 1. Логічний вивод для робота	10	4	4		2
Тема 2. Структуровані об'єкти.	6	2	2		2
<b>Разом за розділом 5</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>4</b>
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		<b>26</b>

#### 4. Теми практичних (лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Розділ 2. Прості системи логічного висновку</b>		
1	Операції по формуванню бази знань.	2
2	Формалізація знань.	2
3	Рішення задач за допомогою Баєсовської системи.	2
<b>Розділ 3. Системи з чіткою логікою</b>		
1	Розробка схем логічного виводу в комутативній системі та в системі графів та фреймів.	4
2	Розробка схем логічного виводу на графах «І-АБО».	2
3	Операції з фреймами	2
4	Мова ПРОЛОГ	4
5	Мова ЛІСП	2
<b>Розділ 4. Системи з нечіткою логікою.</b>		
1	Формальні процедури нечіткої логіки.	2
2	Алгоритми нечіткої логіки.	2
3	Нейронна мережа з нечітких нейронів.	2
<b>Розділ 5. Системи прийняття рішень для робота та семантичні мережі.</b>		
1	Прості алгоритми для робота	2
2	Задачі конфлікту цілей для прийняття рішень роботом.	2
3	Методи введення евристикі в семантичні мережі.	2
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Виконання курсової роботи	20
2	Виконання індивідуального завдання	6
	<b>Разом</b>	<b>26</b>

#### 6. Індивідуальні завдання

##### ТЕМИ КУРСОВИХ РОБІТ

##### 1. Принцип роботи перцептрона.

Показати як нейронна мережа-перцептрон формує поняття-області зосередження даних про однотипні предмети та явища. Основний зміст цього приладу - впізнавання і ідентифікація. Відзначити, що це перший етап інтелектуального аналізу.

##### 2. Області застосування прямого і зворотного процедур продукцій.

Показати слабкі і сильні сторони цих підходів. З'ясувати які саме завдання можна вирішувати в разі застосування кожного з цих підходів. Продемонструвати принцип побудови програм і алгоритмів. Привести приклади.

##### 3. Історія виникнення і принцип роботи Байєсової системи логічного висновку.

Пояснити яким чином Томас Байєс прийшов до необхідності створити подібну систему. розповісти історію впровадження цієї системи в практику. Пояснити причину високої поширеності цієї системи. Вказати сильні і слабкі сторони цієї системи.

##### 4. Математична основа Байєсова системи логічного висновку.

Показати зв'язок математичної моделі системи логічного висновку Байєса з теорією ймовірності і теорією множин. Пояснити якими математичними і логічними особливостями володіє система логічного висновку. Оцінити самому або знайти оцінки фахівців якості такого логічного висновку. Привести приклади використання цієї системи на практиці.

#### **Математична і логічна сторона оцінки ступеня довіри Демпстера (Dempster) -Шафера (Shafer).**

Показати як влаштована система оцінки ступеня довіри Демпстера (Dempster) -Шафера (Shafer). З'ясувати способи і області її застосування на практиці. Визначити, аналізуючи зовнішні джерела інформації, ефективність і поширеність цього підходу, слабкі і сильні сторони таких оцінок.

#### **6. Факторний аналіз. Принципи і технологія застосування.**

Пояснити необхідність операцій по зниженню розмірності (числа змінних) моделей опису об'єктів, як саме відбувається виділення головних показників, як проводити оптимізацію опису об'єкта, за рахунок об'єднання змінних, що сильно корелюють між собою.

#### **7. Внесок у розвиток математичної логіки Фрідріха Людвіга Готлоба Фреге (Friedrich Ludwig Gottlob Frege).**

Що саме було їм запропоновано. Чому ці підходи виявилися настільки важливими, що це дало для спрощення та формалізації висловлювань. Пояснити хід міркувань і принципи, якими він керувався на основі аналізу його робіт і зовнішніх джерел інформації.

#### **8. Реляційна база даних і штучний інтелект. Роль Едгара Франка Кодда (Edgar Frank Codd) у створенні реляційних баз даних.**

Показати зв'язок між принципами побудови реляційних баз даних і структурами логічного висновку. Як саме використовуються реляційні бази даних в системах штучного інтелекту? Покажіть місце і роль реляційних баз даних в структурі функціональних схем систем штучного інтелекту.

#### **9. Планувальник STRIPS і його творець Нільс Нільсон (Nils J. Nilsson) - історія та розвиток його ідей.**

Показати в чому полягає досягнення Нільса Нільсона, оцінити його внесок в розвиток планування роботами своїх дій. Визначити основні принципи та підходи створення планів роботів і показати їх сучасні напрямки розвитку.

#### **10. Перехід від формальної логіки до математичної логіки. Роль в цьому переході Ф. Л. Г. Фреге, Ж. Ербрана, Д. А. Робінсона.**

Показати проблеми переходу, труднощі формалізації логіки, основні досягнення та можливості, що відкрилися для опису логічних схем і формальних методів вирішення логічних завдань.

#### **11. Метод резолюції як спосіб формування нового знання. Історія виникнення.**

Показати причину появи і необхідність подібного підходу в побудові логічних схем. Як розвивалася ідея формування методу резолюції? Чому була обрана сучасна форма методу резолюції?

#### **12.Обчислення предикатів. Основні ідеї та принципи обчислення предикатів.**

Поясніть що закладено в ідеологію методу обчислення предикатів. Чому зупинилися на предикатах першого порядку? Що взяла практика програмування з теорії предикатів? Які принципи і методи програмування використовують теорію предикатів? Що саме використовують, а від чого відмовилися?



**13. Чому так активно використовується метод спростування на основі резолюції в теорії предикатів?**

Поясніть що таке спростування на основі резолюції. Покажіть область застосування цього методу. Поясніть які сильні і слабкі сторони цього підходу Ви знаєте. Назвіть причини, на Вашу думку, які зробили цей метод таким привабливим, наведіть приклади його використання.

**14. Теорія графів і роль Леонарда Ейлера (Leonhard Euler) і дінешся Кеніга (König Dénes) в її становленні та розвитку.**

Покажіть, аналізуючи зовнішні джерела інформації, передумови виникнення теорії графів і підходи Л. Ейлера до опису графів. Поясніть причини чому до Д. Кеніга ця область науки активно не розвивалася і чому йому вдалося активізувати цей процес. Опишіть сучасний стан та напрямки розвитку теорії графів.

**15. Графи типу I / АБО і їх зв'язок з теорією предикатів.**

Поясніть що з теорії предикатів використовується в графах цього типу. І від чого відмовилися. Покажіть на прикладах переваги і недоліки цих графів. Які види графів використовують в прямій і які в зворотному дедукції? Що з теорії графів цього типу використано в мовах програмування штучного інтелекту?

**16. Мова Пролог, теорія предикатів і теорія графів, що їх об'єднує і в чому вони відрізняються?**

Роль А. Колмерауера (Alain Colmerauer) в становленні цієї мови програмування. Показати зв'язок теорії предикатів графів I / АБО зі структурами мови ПРОЛОГ. Від чого відмовилися при його побудові. Що використано з теорії при його формуванні. Особливості цієї мови. Нові версії мови, що саме було змінено і додано.

**17. Роль Марвіна Лі Мінські (Marvin Lee Minsky) у формуванні ідеї опису знань у формі фреймів.**

Пояснити структуру фреймів, їх зв'язку і методику звернень. Що саме було запропоновано Марвіном Лі Мінські для опису операцій зі знаннями в системі фреймів. Обговорити їх відмінності і подібність з базами знань. Уявити сучасний стан опису знань за допомогою фреймів.

**18. Нечітка логіка і її творець Лотфі Заде. Історія створення і способи застосування.** Показати принципи побудови нечіткої логіки. Пояснити причину широкого поширення цієї теорії. Показати відмінності від традиційної математичної логіки. Що на Ваш погляд є сильними і слабкими сторонами нечіткої логіки?

**19. Нейронна мережа в поданні нечіткої логіки. Роль Ж.-С. Р. Чанга в створенні нейронних мереж на основі нечіткої логіки.**

Визначте математичне (норма і конорма) і операційне опис нечітких нейронів. Покажіть за яким принципом відбувається формування шарів нейронної мережі на основі нечіткої логіки. Чому говорять про єднання експертних систем і нейронних мереж?

**20. Принцип логічного висновку для робота в системі STRIPS. Застосування планів для роботів на практиці.**

Покажіть процедури складання програми дій робота в системі STRIPS. Як виглядає технологія розв'язання задачі (система STRIPS) за допомогою прямої дедукції. Що робить система при конфлікті подцелей? Із зовнішніх джерел знайдіть приклади застосування планів для роботів на практиці.

**21. Методи вирішення проблеми конфлікту цілей в плануванні поведінки роботів в системі RSTRIPS.**

Поясніть проблему конфлікту цілей і підходи до її вирішення. Опишіть особливості технології вирішення завдання в системі RSTRIPS, включаючи зворотну дедукцію, О-правила і регресію. Наведіть приклади, використовуючи зовнішні джерела інформації, використання методу вирішення проблеми конфлікту цілей для роботів на практиці.

Передбачено індивідуальні завдання за наступними темами:

1. Сформуйте структуру прямого логічного виводу

*Правило 1: Якщо "любит поест" и "человек - активный", то "занимается спортом",*

*Правило 2: Если "хороший аппетит ", то "любит поест",*

*Входные данные - "человек активный" и "хороший аппетит "*

сформуйте структуру оборотного логічного виводу

*Правило 1: Если "любит поест" и "человек - активный", то "занимается спортом",*

*Правило 2: Если "хороший аппетит ", то "любит поест",*

*Входные данные - "человек активный" и "хороший аппетит "*

Поясніть що означає теорема Байеса та правило Байеса.

Поясніть структуру П-правил у STRIPS для построения схемы управления роботом.

2. Проведіть формальні операції

*Виключити символи імплікації*

$$(\forall z)\{\sim G(x) \vee \{(\forall y)[M(y) \Rightarrow P(f(x,y,z))] \wedge (\forall y)[\sim Q(x,y) \Rightarrow \sim P(y)]\}\}$$

*Применіть закони Моргана*

$$(\forall x)\{\sim K(x) \vee \{(\forall y)[\sim K(y) \vee K(f(x,y))] \wedge \sim(\forall y)[\sim Q(x,y) \vee K(y)]\}\}$$

*У чому смисл розделення змінних, проілюструйте на формулі*

$$(\forall x)\{G(x) \vee \{(\forall y)[G(y) \vee \sim G(f(x,y))] \wedge (\exists y)[Q(x,y) \wedge G(y)]\}\}$$

*Що таке скалемовска функція?*

$$(\forall x)\{\sim P(x) \vee \{(\exists z)[Q(x,z) \wedge \sim P(z)]\}\}$$

3. Представлення знань в формі графу и зв'язок між описом фактов та правил в формі графів типа І/АБО и описом у формі предикатов. Представте вираз - факт

$P(x) \wedge [\sim Q(x,) \vee G(x)]$  у вигляді комутативної системи простих предикатів і у формі графу. Як приєднується до цього факту правило  $P(x) = [S(x,) \wedge U(x) \wedge M(x)]$  і як виглядає граф після цього?

4. Поясніть, що таке нейронна мережа та які її функції. Чому говорять, що нейронна мережа може бути описана також як система нечіткої логіки? Де в нейронній мережі є перехід к нечіткості та у чому проявляє себе перехід к чіткості?
5. Запишіть у вигляді сложного предикату, а потім блоку «Кто-то кому-то что-то дал», причому використайте ячейку «сам», де объект сам по себе элемент деякої множені.  $(\exists x) (\exists y) (\exists z) [\text{ЭЛ}(y, \text{ПЕРЕДАЧИ}) \wedge \text{РАВ}(\text{дающий}(y), z) \wedge \text{РАВ}(\text{объект}(y), h) \wedge \text{РАВ}(\text{получающий}(y), x)];$

у сам:(элемент множества ПЕРЕДАЧИ)

дающий : z

получающий: x

объект: sk(x,y,z)

Представте задачу графічно у вигляді семантичної мережі.

## 7. Методи контролю

Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється шляхом:

- поточного контролю під час проведення практичних занять;
- проведення тестування за результатами відпрацювання основних положень навчальної програми;
- проведення письмового підсумкового контролю знань.

## 8. Схема нарахування балів

Розподіл балів для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену.

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання														Екзамен	Сума	
Розділ 1				Розділ 2		Розділ 3			Розділ 4	Розділ 5		Контрольна робота, передбачена на навчальних заняттях	Разом			
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T1	T2	T3 - T5	T1,2	T1	T2					
5				5		5			5		20		20	60	40	100

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

### КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ ПІД ЧАС ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

№		Кількість балів
1	Відвідування лекцій	5
2	Відвідування практичних занять	5
3	Участь в обговореннях	6
4	Виконання тесту	20
5	Курсова робота	20
	Підсумковий контроль: екзамен	40
	Всього	100
	Додаткові бали:	
	Участь в конференціях	5
	Круглих столах	5
	Публікація тез доповідей	5
	Публікація статті	10

1. Один бал за 20% відвідування.
2. Виступ при обговоренні – 3 балів за коментар рішення іншого студента, 3 балів за ініціативну доповідь.
3. За кожні 3 вірні відповіді (з 72) один бал.
4. Підсумковий контроль відповідно кількості балів за три відповіді, що позначено в білеті. Повна відповідь-максимальні бали, повна відповідь з помилками 50% кількості балів, неповна з помилками - 30% кількості балів.
5. Курсова робота містить детальний аналіз проблеми, та конструктивну критику студента- 20 балів; містить досить повний аналіз та не представлено ставлення студента та його критичних зауважень 15 балів; представлено тільки матеріали, що знайдено в Мережі та в літературі - 10 балів.

## 9. Рекомендоване методичне забезпечення

### Основна література

1. P. Payr, S. Payr . Speaking Minds: Interviews with Twenty Eminent Cognitive Scientists / Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1995.
2. J. Hawkins with S. Blakeslee. On Intelligence/ New York: Times Books. 2005.
3. Н. Нильсон Принципы искусственного интеллекта / М.- Радио и связь.- 1985.
4. В.В. Круглов, В.В. Борисов. Искусственные нейронные сети./ – М.: Горячая линия. – Телеком, 2002.
5. Введение в методы программных решений. Учебное пособие./ Белкин Е.В., Гахов А.В., Горбань А.М., Куклин В.М., Лазурик В.М., Петренко А.С., Силкин М.Ю., Яновский В.В. - Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2010.
6. Р. Ковальский. Логика в решении проблем./ М. Наука, 1990.
7. Представление и использование знаний. / Под ред. Х.Уэно, М. Исидзука. М.: Мир, 1989.
8. Логический подход к искусственному интеллекту: от классической логики к логическому программированию: Пер. с франц. / Тейз А., Грибомон П., Луи Ж. и др. – М. Мир., 1990.
9. Дж. Малпас. Реляционный язык ПРОЛОГ и его применение./ М. «Наука», 1990.
10. Д. Гроп. Методы идентификации систем. М.: Мир, 1979.
11. Ж.-Л. Лорен. Системы искусственного интеллекта. М.Мир, 1991.
12. Куклин В.М. От математической логики к языкам программирования искусственного интеллекта (обзор) //CS&CS. 2017. Issue 1 (5) p. 40-52. <http://periodicals.karazin.ua/cscs/issue/view/577/showToc>

### Допоміжна література

1. Newell A. The chess machine: an example of dealing with a complex task by adaptation / A. Newell // ACM. Proceedings of the 1955 Western joint computer conference. – 1955. – P.101 – 108.
2. Newell A. GPS, program that simulates human thought / A. Newell, H. Simon // Defense Technical Information Center. – 1961. – Vol.4. – №10. – P. 109 – 124.
3. Shannon C.E. A Mathematical Theory of Communication / C.E. Shannon // The Bell System Technical Journal. – 1948. – Vol. 27. – P.379 – 423; 623 – 656.
4. Готлоб Ф. Избранные работы / Фреге Готлоб; Сост. В.В. Анашвили, А.Л. Никифоров; Пер. с нем. В.В. Анашвили .– Москва: Доминтеллектуал, 1997. – 159 с.
5. Turing A.M. On Computable Numbers, with an application to the Entscheidungsproblem / A.M. Turing // Proc. London Math. Soc. Ser. 2. – 1937. – Vol. 42. – P. 230-265.
6. Newell A. Programming the Logic Theory Machine / A. Newell, F.C. Shaw // Proceedings of the Western Joint Computer Conference. – 1957. – P. 230-240.
7. McCarthy J. Lisp 1.5 Programmer's Manual / J. McCarthy, P. Abrahams, D. Edwards et al. – MIT Press, Cambridge, Massachusetts. – 1962.
8. [Church A. Introduction to mathematical logic. Vol.1./ A. Church . – Princeton: Princeton University Press,1956. – 485 p.

9. Robinson J. A. A Machine-Oriented Logic Based on the Resolution Principle / J. A. Robinson // Communications of the ACM. – 1965. – Vol.12. – №1. – P. 23-41.
10. Chang C.L. Symbolic Logic and Mechanical Theorem Proving / C.L. Chang, R.C.T. Lee. – New York: Academic Press, 1973. – 331 p.
11. Colmerauer A. Un système de communication en français / Colmerauer Alain, Henry Kanoui, Robert Pasero et Philippe Roussel // Rapport préliminaire de fin de contrat IRIA, Groupe Intelligence Artificielle, Faculté des Sciences de Luminy, Université Aix-Marseille II, France, 1972.
12. Herbrand J. Recherches sur la théorie de la démonstration / J. Herbrand // Travaux de la société des Sciences et des Lettres de Varsovie, Class III, Sciences Mathématiques et Physiques. – 1930. – Vol.33.
13. Pospelov H. Introduction to Logic: Predicate Logic. Englewood Cliffs / H. Pospelov. – New Jersey: Prentice – Hall, 1976. Нильсон Н. Принципы искусственного интеллекта / Н. Нильсон; пер. с англ. – Москва: Радио и связь, 1985. – 376 с.
14. Maslov S. An inverse method of establishing deducibility in classical predicate calculus / S. Maslov // Dokl. AN SSSR. – 1964. – Vol. 159. – P. 17 – 20; Proof-search strategies for methods of the resolution type // Machine Intelligence. – 1971. – N. 6. – P. 77 - 90.
15. Van Vaalen J. An extension of unification to substitutions with an application to automatic theorem proving / J. van Vaalen // IJCAI. – 1975. – Vol.4. – P. 77 – 82.
16. Sickel S. A search technique for clause interconnectivity graphs / S. Sickel // IEEE Trans. On Computers. C-25. – 1976. – № 8. – P. 823 – 835.
17. König D. Theorie der endlichen und unendlichen Graphen / D.König. □ Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft, 1936; Пер. на англ.: Theory of finite and infinite graphs. □ Birkhäuser, 1990.
18. Martelli A. From dynamic programming to search algorithms with functional costs / A. Martelli, U. Montanari // IJCA. 1975. Vol.4. P.345-350; Optimizing decision trees through heuristically guided search // SACM. □ 1978. Vol.21. № 12. P. 1025 1039.
19. Братко И. Программирование на языке ПРОЛОГ для искусственного интеллекта / И. Братко; пер. с англ. Москва: Мир, 1990. – 560 с.
20. Jang J.S.R. ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system / J.S.R. Jang // IEEE transactions on systems, man, and cybernetics. □ 1993. Vol.23. № 3. P.665 685.
21. Zadeh Lotfi A. Fuzzy sets / Lotfi A. Zadeh // Information and Control. 1965. Vol.8. P. 338 – 353; Fuzzy sets and systems // System Theory; Fox J, editor . Brooklyn, New York: Polytechnic Press, 1965. P. 29 – 39.
22. Kosko B. Fuzzy systems as universal approximation / B. Kosko // IEEE Transactions on Computers. 1994. Vol. 43. № 11. P. 1329 1333.
23. Куклин В. М. Взгляд на будущее планетарной цивилизации / В. М. Куклин // Universitates : Наука и просвещение. – 2003. – № 4 (16). – С. 18 □ 22.
24. Kuklin V. Will the artificial intelligence help us? / V. Kuklin // COMPUTER SCIENCE AND CYBERSECURITY. 2016. Issue 4(4). – P.35 41 [Electronic Resource]. Way of access: <http://periodicals.karazin.ua/cscs/article/view/7837/7310.pdf>.

## **10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення**

1. Белкин Е.В., Гахов А.В., Горбань А.М., Куклин В.М., Лазурик В.М., Петренко А.С., Силкин М.Ю., Яновский В.В. Введение в методы программных решений. под ред. проф. В.М. Куклина. Учебное пособие. — Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2010: [Електронний ресурс]// URL: <http://www-csd.univer.kharkov.ua/about-us/sub-faculty/kafedra-shtuchnogo-intelektu-ta-progra/vidannya-kafedri/>
2. Куклин В.М. Как развивался искусственный интеллект. Видеолекция : [Електронний ресурс]// URL: <https://www.youtube.com/watch?v=qVL239Lzz9E&spfreload=5>