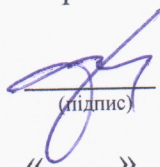


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій (№ 302)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

О. Є. Федорович

(ініціали та прізвище)

« » 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Методи та системи штучного інтелекту

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Комп'ютеризація обробки інформації та управління»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

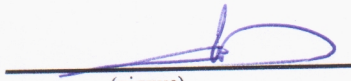
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Методи та системи штучного інтелекту» для студентів за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» (освітня програма «Комп'ютеризація обробки інформації та управління»)

« 24 » 08 2021 р. – 11 с.

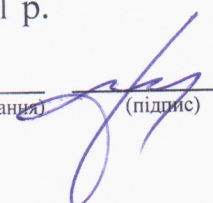
Розробник: Лещенко О.Б., доцент, к.т.н, доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій
(назва кафедри)

Протокол № 634/08 від « 30 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф.
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

О. Є. Федорович
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 6	Галузь знань: <u>12 «Інформаційні технології»</u> Спеціальність: <u>122 «Комп’ютерні науки»</u> Освітня програма: <u>«Комп’ютеризація обробки інформації та управління»</u> Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврський)</u>	Обов’язкова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання: <u>Виконання розрахункової роботи на тему «Розробка системи штучного інтелекту за обраною предметною областю»</u>		Семестр
Загальна кількість годин: денна – 80/180		7-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 6		Лекції ¹⁾
		48 годин
		Практичні, семінарські ¹⁾
		0 годин
		Лабораторні ¹⁾
	32 години	
	Самостійна робота	
	100 годин	
	Вид контролю	модульний контроль, іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 80/100.

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: дати знання з систем штучного інтелекту для їх створення в завданнях управління складними об'єктами.

Завдання: вивчити методи штучного інтелекту для прийняття рішень в складних ситуаціях управління.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей:**

- здатність до математичного та логічного мислення, формулювання та досліджування математичних моделей, зокрема дискретних математичних моделей, обґрунтовування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування отриманих результатів (ФК1);

- здатність до виявлення закономірностей випадкових явищ, застосування методів статистичної обробки даних та оцінювання стохастичних процесів реального світу (ФК2);

- здатність до побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх

ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем (ФКЗ);

- здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління (ФК7);

- здатність до інтелектуального багатовимірного аналізу даних та їхньої оперативної аналітичної обробки з візуалізацією результатів аналізу в процесі розв'язування прикладних задач у галузі комп'ютерних наук (ФК9).

Програмні результати навчання:

- застосовувати ґрунтовні знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук (ПРН1);

- демонструвати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки експериментальних даних і побудови прогностичних моделей (ПРН3);

- проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій (ПРН4);

- демонструвати розуміння принципів моделювання організаційно-технічних систем і операцій; методів дослідження операцій, розв'язання одно – та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування (ПРН6);

- вміти застосовувати методи та алгоритми інтелектуального аналізу даних для задач класифікації, прогнозування, кластерного аналізу, пошуку асоціативних правил з використанням програмних інструментів підтримки багатовимірного аналізу даних на основі використання технологій DataMining, TextMining, WebMining (ПРН10);

- демонструвати знання концепції інформаційної безпеки, принципів безпечного проектування програмного забезпечення, забезпечувати безпеку комп'ютерних мереж в умовах неповноти та невизначеності вихідних даних (ПРН13);

- виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати чисельні методи та алгоритми для паралельних структур, мови паралельного програмування при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення (ПРН14).

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Методи та системи штучного інтелекту» базується на наступних дисциплінах, які були вивчені студентами на попередніх курсах:

- Вища математика;
- Алгоритмізація та програмування;
- Організація баз даних та знань;
- Теорія прийняття рішень.

Даний курс нерозривно зв'язаний з наступними дисциплінами, досліджуваними студентами паралельно в цей час:

- Управління ІТ-проектами.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Основи інтелектуальних систем

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Методи та системи штучного інтелекту».

Предмет, об'єкт, мета і задачі вивчення дисципліни. Місце і роль курсу в системі дисциплін за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки». Коротка історія штучного інтелекту. Етапи розвитку штучного інтелекту. Основні напрямки досліджень в області штучного інтелекту.

Тема 2. Інтелектуальні системи.

Блок уявлення знань в інтелектуальних системах. Семіотична система (аспекти: синтаксичний, семантичний, прагматичний). Области використання засобів штучного інтелекту. Експертні системи (ЕС). Причини створення ЕС. Принципи побудови ЕС. Процес придбання знань. Неформалізовані завдання ШІ (характеристики та особливості). Специфіка додатків ЕС. Формальні основи ЕС. Вимоги до ЕС. Компоненти ЕС. Режим роботи ЕС. Архітектура узагальненої ЕС. Нейронні мережі. Елементи нейрології. Сінапс. Аксон. Активаційні функції. Одношаровий персептрон. Двошаровий персептрон. Навчання нейронної мережі. Введення в теорію нечітких множин і нечітку логіку. Нечіткі множини. Функції належності (трикутна, трапецеїдальна та гауссова). Дефазифікація. Нечітка база знань. Нечіткий логічний висновок. Властивості нечітких множин. Операції над нечіткими множинами.

Тема 3. Подання знань.

Основні поняття. Знання та їх подання до СШІ. Склад знань ЕС. Знання для функціонування ЕС. Вимоги користувача до складу знань. Класифікація знань з точки зору проблемної області. Типи завдань, розв'язуваних в ПО. Класифікація знань з точки зору архітектури. Призначення метазнань. Організація знань по рівням уявлень. Організація знань по рівням деталізації. Організація знань у робочій пам'яті. Організація знань у БЗ. Моделі представлення знань. Логічні Моделі. Евристичний моделі представлення знань (Семантичні моделі, Фрейми для подання знань, Продукційні системи). Машина виведення. Компонент виведення. Керуючий компонент. Стратегії керування виводом. Прямий і зворотний висновок. Циклічний висновок. Пошук у глибину і ширину.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 2. Проектування систем штучного інтелекту

Тема 4. Проектування систем штучного інтелекту

Методологія проектування ЕС. Концепція "Швидкого прототипу". Класифікація інструментальних засобів. Процедурне уявлення знань. Етапи розробки ЕС (ідентифікація, концептуалізація, формалізація, виконання, випробування, досвідчена експлуатація). Модифікація системи. Стадії ЕС та інструментарію. Обчислення висловлювань (ОВ). Пропозиційний словник. Семантика ІВ (інтерпретація, в'язки). Здійсненість (невиконаність), загальнозначимість (незагальнозначимість), тавтологія формули. Принцип дедукції (пряма і зворотна). Виконаність и общезначність формул. Семантичне дерево. Тривіальний алгоритм. Алгоритм Куайна. Алгоритм редукції. Визначні тотожності. Принцип подвійності. Диз'юнкти та й нормальні форми. Алгоритм Девіса і Патнема. Принцип резолюції. Неклаузальне правило резолюції. Хорновські диз'юнкти. Обчислення предикатів (ОП). Алфавіт ОП. Семантика ОП (правила інтерпретації, формули). Предварена і нормальні форми. Сколемовські та клаузальні форми. Ербранова інтерпретація та компактність.

Тема 5. Висновок в умовах невизначеності

Більш складні системи висновку. Оцінка імовірності при використанні декількох посилок. Умовна імовірність. Точне імовірнісне міркування. Наближені міркування. Імплікація з одною посилкою. Логічні комбінації посилок в одному правилі. Підтримка одного висновку безліччю правил. Доповнення кілька правил, використовуваних послідовно. Біполярні схеми для коефіцієнтів визначеності. Ланцюжок міркувань. Багатоступінчасті міркування. Можливості

мереж висновку. Процес поширення в мережі висновку. Програма наближених міркувань в стилі EMYCIN.

Тема 6. Заключна лекція.

Перспективи розвитку СШІ.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Основи інтелектуальних систем						
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Методи та системи штучного інтелекту».	7	2	-	-	-	5
Тема 2. Інтелектуальні системи	49	8	-	6	-	35
Тема 3. Подання знань.	14	8	-	6	-	-
Модульний контроль	2	2	-	-	-	-
Разом за змістовним модулем 1	72	20	0	12	0	40
Змістовий модуль 2. Проектування систем штучного інтелекту.						
Тема 4. Проектування систем штучного інтелекту	57	14	-	12	-	31
Тема 5. Висновок в умовах невизначеності	47	10	-	8	-	29
Тема 6. Заключна лекція.	2	2	-	-	-	-
Модульний контроль	2	2	-	-	-	-
Разом за змістовним модулем 2	108	28	-	20	-	60
Усього годин	180	48	-	32		100

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ознайомлення з середою MATLAB / SIMULINK	4
2	Рішення задач розпізнавання за допомогою перцептрона, Класифікація об'єктів реальної предметної області за допомогою багатопередбаченого перцептрона	4

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
3	Класифікація об'єктів реальної предметної області за допомогою пакета FUZZY LOGIC TOOLBOX	6
4	Використання можливостей оболонки Prolog для розробки СШІ	4
5	Програмування на мові логіки для СШІ. Використання розділів для програмування на мові логіки	4
6	Уніфікація і пошук з поверненням. Прості і складні об'єкти	4
7	Повторення і рекурсія. Внутрішня база фактів	6
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Етапи розвитку штучного інтелекту. Основні напрямки досліджень в області штучного інтелекту	5
2	Тема 2. Нейронні мережі. Елементи нейрологіки. Сінапс. Аксон. Активаційні функції. Одношаровий перцептрон. Двухшаровий перцептрон. Навчання нейронної мережі. Нечіткі множини. Функції належності (трикутна, трапецеїдальна та гауссова). Дефазифікація. Нечітка база знань. Нечіткий логічний висновок. Властивості нечітких множин. Операції над нечіткими множинами	35
3	Тема 4. Вирахування предикатів (ВП). Алфавіт ВП. Семантика ВП (правила інтерпретації, формули). Предварена і нормальні форми. Сколемовські та клаузальні форми. Ербранова інтерпретація та компактність	31
4	Тема 5. Висновок в умовах невизначеності. Програма наближених міркувань в стилі EMYCIN	29
	Разом	100

9. Індивідуальні завдання

Виконання розрахункової роботи на тему «Розробка системи штучного інтелекту за обраною предметною середою».

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники) та іншими матеріалами, в тому числі електронними.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	1б- робота на лекції, 0б - ні	8	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	7б - 5; 6,5б - 4,5; 6б - 4; 5,5б - 3,5; 5б - 3; 3б - 2,5; 2б - 2, 1б - 1, 0б - 0	4	20...28
Модульний контроль	10б - 5, 9,5б - 4,5; 9б - 4; 8,5б - 3,5; 8б - 3; 6б - 2,5; 5б - 2, 3б - 1, 0б - 0	1	8...10
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	1б- робота на лекції, 0б - ні	8	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	7б - 5; 6,5б - 4,5; 6б - 4; 5,5б - 3,5; 5б - 3; 3б - 2,5; 2б - 2, 1б - 1, 0б - 0	3	15...21
Модульний контроль	10б - 5, 9,5б - 4,5; 9б - 4; 8,5б - 3,5; 8б - 3; 6б - 2,5; 5б - 2, 3б - 1, 0б - 0	1	8...10
Виконання і захист РР	15б - 5; 14б - 4,5; 13б - 4; 11б - 3,5; 9б - 3; 7б - 2,5; 5б - 2; 3б - 1; 0б - 0	1	9...15
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Допуск студента до іспиту здійснюється за умови, що здані всі (7 л.р.) лабораторні роботи на 3 (по 5 балів) і здано домашнє завдання (РР) на 3 (9 балів) (7 л.р. * 5 б. = 35 б. + 9 б. = 44 б.).

Білет для іспиту складається з 2 теоретичних запитань та практичного запитання. За повну правильну відповідь на два перших запитання студент отримує по 30 балів. За повну правильну відповідь на останнє запитання – 40 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- принципи побудови, основні елементи систем СШІ;
- основні поняття й визначення систем СШІ;
- архітектуру, характеристики, режими функціонування й управління, структуру й склад систем СШІ;
- типи й структури знань систем СШІ;
- принципи організації систем СШІ.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- практично використовувати методологію системного підходу при проектуванні СШІ;
- практично володіти методологічною основою при створенні експертних систем для різних предметних областей і об'єктів управління.

12.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Знати архітектуру узагальненої ЕС, нейронні мережі, моделі представлення знань. Мати уявлення про принцип дедукції (пряма і зворотна). Виконати та захистити індивідуальне завдання по розробці ЕС за обраною предметною середою.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Знати архітектуру узагальненої

ЕС, нейронні мережі, моделі представлення знань. Мати уявлення про принцип дедукції (пряма і зворотна). Знати тривіальний алгоритм, алгоритм Куайна, алгоритм редукції, визначні тотожності, принцип подвійності, диз'юнкти та й нормальні форми, алгоритм Девіса і Патнема, принцип резолюції. Виконати та захистити індивідуальне завдання по розробці ЕС за обраною предметною середою в обумовлений викладачем строк.

Відмінно (90-100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати усі технології, які використовуються при проектуванні структур СШІ. Вміти моделювати складні ЕС та будувати їх за допомогою мови Prolog. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Виконати та успішно захистити індивідуальне завдання по розробці баз даних та знань за обраною предметною середою в обумовлений викладачем строк.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Лещенко, А. Б. Использование моделей искусственного интеллекта для задач управления производством [Текст] : учеб. пособие по лаб. практикуму / А. Б. Лещенко, А. А. Антонов. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2007. – 105 с.

2. Нікольський, Ю. В. Системи штучного інтелекту [Текст] / Ю. В. Нікольський, В. В. Пасічник, Ю. М. Щербина. – Київ : "Патерик", 2016. – 380 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Люгер, Джорж Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем [Текст] : пер. с англ. / Джорж Ф. Люгер. – 4-е издание. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. – 864 с.

2. Логический подход к искусственному интеллекту: от классической логики к логическому программированию [Текст] : пер. с франц. / А. Тей, П. Грибомон, Ж. Луи и др. - М. : Мир, 1990. – 432 с.

3. Марселлус, Д. Программирование экспертных систем на ТУРБО ПРОЛОГЕ [Текст] / Д. Марселлус. – М. : Финансы и статистика. 1994. – 256 с.

4. Лещенко, А. Б. Использование моделей искусственного интеллекта для задач управления производством [Текст] : учеб. пособие по лаб. практикуму / А. Б. Лещенко, А. А. Антонов. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2007. – 105 с.

5. Рутковский, Л. Методы и технологии искусственного интеллекта [Текст] / Л. Рутковский. – М. : Горячая Линия - Телеком, 2010. – 520 с.

6. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Текст] / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский ; пер. с польск. И. Д. Рудинского. – М. : Горячая линия -Телеком, 2006. – 452 с.

7. Доля, В. Г. Комп'ютерні системи штучного інтелекту [Текст] : навч. посіб. / В. Г. Доля. – Київ : "Патерик", 2011. – 296 с.

8. Пасічник, В. В. Системи баз даних та знань. Книга 1. [Текст] : підр. / В. В. Пасічник. – Київ : "Патерик", 2017. – 440 с.
9. Пасічник, В. В. Системи баз даних та знань. Книга 2. [Текст] : підр. / В. В. Пасічник. – Київ : "Патерик", 2017. – 584 с.

Допоміжна

1. Построение экспертных систем [Текст] / под ред. Ф. Хейес-Рота, Д. Уотермена. – М. : Мир, 1987. – 441 с.
2. Гаврилова, Т. А. Извлечение и структурирование знаний для ЭС [Текст] / Т. А. Гаврилова, К. Р. Червинский. – М. : Радио и связь, 1992. – 220 с.
3. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб : Питер, 2000. – 384 с.
4. Чери, С. Логическое программирование и базы данных [Текст] / С. Чери, Г. Готлоб, Л. Танка. – М. : Мир, 1991. – 352 с.
5. Одинцов, Б. Е. Проектирование экономических экспертных систем [Текст] : учебн. пособие для вузов / Б. Е. Одинцов. – М. : Компьютер, ЮНИТИ, 1996. – 166 с.
6. Статические и динамические экспертные системы [Текст] : учеб. пособие / Э. В. Попов, И. Б. Фоминых, Е. Б. Кисель, М. Д. Шапот. – М. : Финансы и статистика, 1996. – 320 с.
7. Искусственный интеллект. В 3-х кн. Кн. 1 Системы общения и экспертные системы [Текст] : справочник / под ред. Э. В. Попова. – М. : Радио и связь, 1990. – 464 с.
8. Искусственный интеллект. В 3-х кн. Кн. 2 Модели и методы [Текст] : справочник / под ред. Д. А. Поспелова. – М. : Радио и связь, 1990. – 304 с.
9. Искусственный интеллект. В 3-х кн. Кн. 3 Программные и аппаратные средства [Текст] : справочник / под ред. В. Н. Захарова, В. Ф. Хорошевского. – М. : Радио и связь, 1990. – 368 с.
10. Уотермен, Д. Руководство по экспертным системам [Текст] : пер. с англ. / Д. Уотермен. – М. : Мир, 1989. – 388 с.
11. Искусственный интеллект: Применение в интегрированных производственных системах [Текст] : пер. с англ. / под ред. Э. Кьюсиака. – М. : Машиностроение, 1991. – 544 с.
12. Попов, Э. В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ [Текст] / Э. В. Попов. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 288 с.
13. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks [Текст] : пер. с англ. – М. : Горячая линия – Телеком, 2000. – 182 с.
14. Рассел, С. Искусственный интеллект. Современный подход [Текст] : пер. с англ. / С. Рассел, П. Норвиг. – М. : Вильямс, 2007. – 1408 с.
15. Шамис, А. Л. Модели поведения, восприятия и мышления [Текст] / А. Л. Шамис. – М. : Интернет-университет информационных технологий, Бином. Лаборатория знаний, 2010. – 232 с.
16. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления [Текст] / И. М. Макаров, В. М. Лохин, С. В. Манько, М. П. Романов. – М. : Наука, 2006. – 336 с.
17. Редько, В. От моделей поведения к искусственному интеллекту [Текст] / В. Редько. – М. : КомКнига, 2010. – 456 с.
18. Бондарев, В. Н. Искусственный интеллект [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Н. Бондарев, Ф. Г. Аде. – Севастополь : Изд-во СевНТУ, 2002. – 615 с.
19. Ручкин, В. Н. Универсальный искусственный интеллект и экспертные системы [Текст] / В. Н. Ручкин. – СПб. : BHV-СПб, 2009. – 240 с.
20. Нікольський, Ю. В. Аналіз даних та знань [Текст] / Ю. В. Нікольський, В. В. Пасічник. – Київ : "Патерик", 2017. – 280 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Visual Prolog Multi paradigm programming language [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.visual-prolog.com/>
2. Visual Prolog Video Tutorials [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.visual-prolog.com/video/default.htm>
3. Братко, И. Программирование на языке Пролог для искусственного интеллекта [Електронний ресурс] / И. Братко. – М. : Мир, 1990. - 560 с. – Режим доступу: https://www.studmed.ru/bratko-i-programmirovanie-na-yazyke-prolog-dlya-iskusstvennogo-intellekta_5becb10cb8.html
4. Искусственный интеллект. Сайт studmed.ru [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.studmed.ru/informatika-i-vychislitelnaya-tehnika/iskusstvennyy-intellekt/>
5. Логическое программирование. Сайт studmed.ru [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.studmed.ru/informatika-i-vychislitelnaya-tehnika/logicheskoe-programmirovanie/>
6. Морозов, М. Н. Логическое программирование. Курс лекций [Електронний ресурс] / М. Н. Морозов. – Режим доступу: http://www.mari-el.ru/mmlab/home/prolog/study_1.html
7. Сайт наукових видань ХАІ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nti.khai.edu/ojs/>
8. Сайт науково-технічної бібліотеки університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://library.khai.edu>.
9. Сайт дистанційного навчання університету «Ментор» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1823>