

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра інтелектуальних та інформаційних систем



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ І ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ (АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ) для здобувачів освітньо-наукового рівня «доктор філософії»

галузь знань	121 «Інженерія програмного забезпечення»
спеціальність	121 «Інженерія програмного забезпечення»
освітній рівень	третій (освітньо-науковий)
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2018/2019
Рік навчання	2
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	екзамен

Викладач: доктор технічних наук, професор Снитюк Віталій Євгенович

Пролоновано: на 20/19/20 н.р. (04/19) «01» 07 20/9р.
на 20/120 н.р. () « » 20 р.

1. Мета дисципліни вивчення технологій штучного інтелекту, а також технологій прийняття рішень при вирішенні складних, важко формалізованих та слабо структурованих проблем, набуття практичних навичок розробки семантичних порталів знань, прикладних експертних систем, розробки моделей, методів та інструментальних засобів вирішення проблем, що супроводжуються неповнотою, неоднозначністю, відсутністю даних. /

1. Aim of the course – to study artificial intelligence technology, as well as decision-making technologies in solving complex, difficultly formalized and poorly structured problems, gain practical skills in developing semantic knowledge portals, applied expert systems, developing models, methods and tools for solving problems that have incomplete, ambiguous data.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Аспірант повинен знати: основи статистики та теорії ймовірності, основи програмування, основи дискретної математики, методи дослідження операцій.

Аспірант повинен вміти: формалізувати слабо структуровані задачі, здійснювати вибір методів їх розв'язання, реалізовувати стратегії пошуку та оптимізації в умовах невизначеності, застосовуючи технології штучного інтелекту./

2. Pre-requisites for mastering or choosing a discipline:

Know basic concepts: basics of statistics and probability theory, basics of programming, fundamentals of discrete mathematics, methods of operations research.

Have the basic skills: formalize poorly structured problems, choose methods for solving them, implement search and optimization strategies under uncertainty, use artificial intelligence.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Присутність елементів штучного інтелекту у сучасному житті, в промисловості, на об'єктах інфраструктури має тенденцію до постійного росту. Кожен кваліфікований дослідник, який займається розробкою чи дослідженням практичних застосувань, неминуче зіштовхується із необхідністю використання елементів штучного інтелекту. У пропонованому курсі будуть розглянуті моделі та методи формування системних базових уявлень, первинних знань, вмінь і навичок з основ інженерії знань та нейроінформатики як двох фундаментальних напрямків побудови інтелектуальних систем. Здобувачі набудуть уявлень про прикладні системи штучного інтелекту, про роль штучного інтелекту та нейроінформатики у розвитку теорії та практики розробки сучасних програмних застосувань. /

3. Abstract of the course:

The presence of elements of artificial intelligence in modern life, in industry and in infrastructure tends to grow rapidly. Every qualified researcher involved in the development or exploration of practical applications inevitably faces the need to use elements of artificial intelligence. The proposed course will explore models and methods of forming the basic concepts, primary knowledge and skills in the basics of knowledge engineering and neuroinformatics as two fundamentals for building intelligent systems. Students will gain insight into applied systems of artificial intelligence, the role of artificial intelligence and neuroinformatics in the development of theory and practice of developing modern software applications.

4. Завдання (навчальні цілі): набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у комп'ютерних науках, відповідно науково-освітньої кваліфікації «доктор філософії». Зокрема, розвивати здатності: застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології інтелектуального аналізу інформації в залежності від особливостей предметної області; розроблювати моделі інтелектуальних методів та алгоритмів, створювати експертні системи; застосовувати моделі відображення знань, стратегій логічного виведення, технологій інженерії знань, технологій та інструментальних засобів побудови інтелектуальних

систем, проектування елементів математичного та лінгвістичного забезпечення обчислювальних систем./

4. Tasks (training goals): acquiring knowledge, skills and competences on the level of the latest achievements in computer sciences, in accordance with scientific and educational qualification "Doctor of Philosophy". In particular, to develop the ability to: apply the theoretical and practical foundations of the methodology and technology of intellectual analysis of information, depending on the peculiarities of the subject area; to develop models of intellectual methods and algorithms, to create expert systems; to apply models of knowledge display, logical inference strategies, knowledge engineering technologies, technologies and tools for building intelligent systems, designing elements of mathematical and linguistic support for computer systems.

5. Результати навчання за дисципліною / Results of studying the course:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН 1.1	Знати особливості предметних областей, до дослідження яких можуть бути застосованими технології штучного інтелекту/ Know the peculiarities of the subject areas to which artificial intelligence technologies can be applied	<i>Лекція, практичне заняття/ Lectures and seminars</i>	<i>Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді/ Control work 1 (60% of correct answers), exam, active work at lectures, oral answers</i>	20%
РН 1.2	Знати основні моделі та методи штучного інтелекту/ Know the basic models and methods of artificial intelligence			
РН 1.3	Знати моделі подання знань, семантичні мережі та фрейми/ Know knowledge representation models, semantic networks, and frames			20%
РН 1.4	Знати логічні та продукційні моделі, особливості створення онтологій предметних областей/ Know the logical and production models, features of development of ontologies for subject areas			
РН 2.1	Вміти застосовувати методи штучного інтелекту залежно від особливостей предметної області / Be able to apply artificial intelligence methods depending on the specifics of the subject area	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота/ Lectures, seminars and individual work</i>	<i>Контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), екзамен, захист проєкту, виконання завдань, винесених на самостійну роботу/ Control work 2 (60% of correct answers), exam, project defense, accomplishment of tasks assigned to individual work</i>	20%
РН 2.2	Вміти вирішувати складні, неформалізовані та слабо структуровані проблеми прийняття рішень, використовуючи моделі, методи та інструментальні засоби штучного інтелекту/ Be able to solve complex, informal and poorly structured decision-making problems using models, methods and tools of artificial intelligence			20%
РН 2.3	Вміти розробляти семантичні портали знань та прикладні експертні системи/ Be able to develop semantic knowledge portals and application expert systems			5%
РН 2.4	Вміти розробляти моделі інтелектуальних методів та алгоритмів, здійснювати проектування елементів математичного та лінгвістичного забезпечення обчислювальних систем/ To be able to develop models of intellectual methods and algorithms, to design elements of mathematical and linguistic support of computer systems	<i>Практичне заняття, самостійна робота/ Seminars and individual work</i>	<i>Захист проєкту/ Project defense</i>	
РН3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачі з обмеженнями, спілкуватися з колегами із питань			5%

	проектування та розробки систем штучного інтелекту, складати письмові звіти/ To substantiate the own view of the problems with limitations, to communicate with colleagues in the design and development of artificial intelligence systems, to prepare written reports			
РН4.1	Демонстрація авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, послідовна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності./ Demonstration of authority, innovativeness, high degree of independence, academic and professional integrity, consistent dedication to the development of new ideas or processes in advanced contexts of professional and scientific activity.			5%
РН4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість/ Responsibly treat the work performed, be responsible for their quality			5%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання / The correlation between the results of studying the course with the program learning outcomes

Результати навчання дисципліни	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
Програмні результати навчання	1	1	1	1	2	2	2	2	3	4	4

	1	2	3	4	1	2	3	4	1	1	2
ПРН-1. Знати праці провідних зарубіжних вчених, наукові школи та фундаментальні праці у галузі дослідження, формулювати мету власного наукового дослідження як складову загальноцивілізаційного процесу./ To know the works of leading foreign scientists, scientific schools and fundamental works in the field of research, to formulate the purpose of the own scientific research as a component of the civilization process.	+	+	+	+							
ПРН-6. Визначати методологічні принципи та методи наукового дослідження в галузі інформаційних технологій залежно від об'єкту і предмету, використовуючи міждисциплінарні підходи./ To determine methodological principles and methods of research in the field of information technology depending on the object and subject, using interdisciplinary approaches.	+	+	+	+	+	+	+	+			
ПРН-17. Розуміти, аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для розв'язання професійних наукових задач інформаційно-довідкові та науково-технічні ресурси і джерела знань з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки./ To understand, analyze, purposefully seek and select information and scientific resources and sources of knowledge necessary for the study of professional scientific problems, taking into account the modern achievements of science and technology.									+	+	+

<p>ПРН-21. Працювати зі студентською аудиторією в галузі інженерії програмного забезпечення, вміти організувати їх навчальний процес./ To work with the student audience in the field of software engineering, be able to organize their educational process.</p>										+	+
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---

7.1. Форми оцінювання здобувачів освітньо-наукового ступеня:

- оцінювання впродовж навчального періоду:

1. *Активна робота на лекції, усні відповіді:* РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4 – 5 балів/3 бали;

2. *Виконання завдань, винесених на самостійну роботу:*

РН2.1 – 10 балів /6 балів,

РН2.2 – 10 балів /6 балів,

РН2.3 – 10 балів /6 балів,

РН2.4 – 5 балів /3 бали.

3. *Контрольна робота 1:* РН1.1, РН1.2, РН2.1, РН2.2 – 10 балів/6 балів;

4. *Контрольна робота 2:* РН1.3, РН1.4, РН2.3, РН2.4 – 10 балів/6 балів.

Максимальна кількість балів, яку може отримати здобувач за роботу впродовж навчального періоду становить **60 балів** за 100-бальною шкалою.

- підсумкове оцінювання: іспит.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані на іспиті, - 40 балів;

- результати навчання які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4;

- форма проведення і види завдань: тестові завдання або теоретичні запитання;

- Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит не може бути меншою 24 балів.

- умови допуску до підсумкового оцінювання:

Рекомендований мінімум для допуску до іспиту – 36 балів, критично розрахунковий мінімум – 20 балів.

При цьому обов'язковим є виконання всіх передбачуваних робочою програмою видів робіт не менше, ніж на 60%, а також отримання позитивної оцінки з контрольних робіт.

Для здобувачів, які не набрали рекомендований мінімум (60% від максимально можливої кількості балів) обов'язковим є написання **комплексної контрольної роботи**, яка включає увесь пройдений матеріал за навчальний період і максимальна оцінка за яку не може перевищувати 40% підсумкової оцінки (до 40 балів за 100-бальною шкалою).

7.1. Scheme of formation of the grade:

- evaluation during the academic period:

1. *Active work at lectures, oral answers:* LO1.1, LO1.2, LO1.3, LO1.4 – 5 points/3 points;

2. *Accomplishment of tasks assigned to individual work:*

РН2.1 – 10 points /6 points,

РН2.2 – 10 points /6 points,

LO2.3 – 10 points /6 points,

LO2.4 – 5 points /3 points.

3. *Control work 1:* LO1.1, LO1.2, LO2.1, LO2.2 – 10 points /6 points;

4. *Control work 2:* LO1.3, LO1.4, LO2.3, LO2.4 – 10 points /6 points.

The maximum quantity of points that an applicant can earn during a semester is **60 points** on a 100-point scale.

- final evaluation: exam.

- the maximum quantity of points that can be obtained in the exam is 40 points;

- learning outcomes to be evaluated: LO 1.1, LO 1.2, LO 1.3, LO 1.4;

- the form of the task and types of tasks: test tasks or theoretical questions;
- In order to receive a total positive grade from the discipline, the exam score cannot be less than 24 points.

- conditions for admission to the final evaluation:

The recommended minimum for admission to the exam is 36 points, the critical minimum is 20 points.

At the same time, it is obligatory to perform all the types of work envisaged in the work program by at least 60%, as well as to receive a positive assessment during the control works.

For applicants who have not scored the recommended minimum (60% of the maximum possible quantity of points), it is mandatory to write a **comprehensive semester test**, which includes all the material passed for the semester and a maximum score for which may not exceed 40% of the final grade (up to 40 points on a 100-point scale).

7.2. Організація оцінювання:

Оцінювання здобувачів здійснюється впродовж навчального періоду з усіх видів робіт, включаючи вивчення теоретичного матеріалу дисципліни та виконання самостійних робіт.

Обов'язковим є виконання завдань, винесених на самостійну роботу, та модульних контрольних робіт за графіком робочої програми

Після вивчення тем змістового модуля 1 проводиться письмова контрольна робота 1, яка включає тестові завдання або теоретичні запитання за темами 1-4.

Після вивчення тем змістового модуля 2 проводиться письмова контрольна робота 2, яка включає тестові завдання або теоретичні запитання за темами 5-9.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Контрольна робота 1: до 8 тижня навчального періоду.

2. Контрольна робота 2: до 15 тижня навчального періоду.

Умовою отримання позитивної результуючої оцінки з дисципліни є досягнення не менш як 60% від максимально можливої кількості балів, при цьому, оцінка за результати навчання, передбачені пунктами 2, 3, 4 не може бути меншою, ніж 50% від максимального рівня.

Максимальна кількість балів, яку може отримати здобувач за роботу впродовж навчального періоду становить **60 балів** за 100-бальною шкалою.

Переписування чи перескладання тем не практикується. Дозволяється здача окремих завдань модульних тем у проміжках між написанням модульних контрольних робіт (наприклад, перша тема здається до задачі наступної модульної контрольної роботи у будь-який зручний для викладача та здобувача час).

7.2. Organization of evaluation:

Applicants are assessed throughout the semester for all types of work, including the study of theoretical material of the discipline and the performance of independent work.

It is compulsory to perform individual tasks and modular control works according to the work program schedule

After studying the topics of the content module 1, a written test paper 1 is conducted, which includes test tasks or theoretical questions on topics 1-4.

After studying the topics of the content module 2, a written test is conducted 2, which includes test tasks or theoretical questions on topics 5-9.

Timing of evaluation conductions:

1. Control work 1: up to 8 weeks of study period.

2. Control work 2: up to 15 weeks of study period.

The condition for obtaining a positive resulting grade from the discipline is to achieve at least 60% of the maximum possible points, and the points for the learning outcomes provided for in items 2, 3, 4 may not be less than 50% of the maximum level each.

The maximum number of points that an applicant can earn for the learning work during the semester is **60 points** on a 100-point scale.

Rewriting or rearranging topics is not practiced. It is allowed to submit individual modular topic tasks in the intervals between writing unit test works (for example, the first topic is evaluated until the next module test

at any convenient time for the teacher and the applicant).

7.3. Шкала відповідності оцінок / Valuation scale

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ / STRUCTURE OF THE DISCIPLINE. THEMATIC PLAN OF CLASSES

№ з/п	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Практичні	Самостійна робота
Частина 1. Базові поняття та технології штучного інтелекту / Part 1. Basic concepts and technologies of artificial intelligence				
1	<p>Тема 1. Передумови виникнення штучного інтелекту та основні визначення. Особливості предметних областей, до дослідження яких можуть бути застосовані технології штучного інтелекту. Поняття штучного інтелекту, загальні визначення штучного інтелекту. Витоки штучного інтелекту, історія штучного інтелекту. Прикладні області штучного інтелекту. Сучасний стан розробок штучного інтелекту. Філософські аспекти штучного інтелекту./</p> <p>Topic 1. Background of artificial intelligence and basic definitions. Features of the subject areas to which the technology of artificial intelligence can be applied. The concept of artificial intelligence, general definitions of artificial intelligence. The origins and the history of artificial intelligence. Applied areas of artificial intelligence. The current state of development of artificial intelligence. Philosophical aspects of artificial intelligence.</p>	2		10
2	<p>Тема 2. Інтелектуальні агенти. Визначення інтелектуальної системи та інтелектуальної задачі. Визначальні характеристики інтелектуальних систем, схема функціонування інтелектуальної системи. Інтелектуальні агенти, структура агентів. Проблемні середовища, добре структуровані задачі, спрощені та реальні задачі, пошук рішень./</p> <p>Topic 2. Intellectual agents. Definition of intellectual system and intellectual task. The defining characteristics of intellectual systems, the scheme of the intellectual system functioning. Intellectual agents, agent structure. Problem environments, well-structured tasks, simplified and real-world tasks, searching for solutions.</p>	1		10
3	<p>Тема 3. Стратегії неінформованого та інформованого пошуку. Задачі з обмеженнями. Основні моделі та методи штучного інтелекту, а саме методи пошуку оптимальних рішень у слабо структурованих предметних областях. Моделі подання знань та конекціоністські технології обробки даних.</p>	2		12

	<p>Стратегії неінформованого пошуку, пошук в ширину, пошук в глибину, пошук за критерієм вартості, пошук з обмеженням глибини, двонаправлений пошук.</p> <p>Стратегії інформованого (евристичного) пошуку, евристичні функції, жадібний пошук, A*-пошук, альфа-бета відтинання.</p> <p>Задачі з обмеженнями, застосування пошуку з поверненням, застосування локального пошуку для розв'язання задач з обмеженнями. Пошук в умовах протидії. Прийняття оптимальних рішень в іграх, неідеальні розв'язки, ігри з елементами випадковості./</p> <p>Topic 3. Strategies for uninformed and informed search. Tasks with restrictions.</p> <p>Basic models and methods of artificial intelligence, namely, methods of finding optimal solutions in poorly structured subject areas. Knowledge representation models and conventional data processing technologies. Informed search strategies, breadth search, depth search, cost criterion search, depth limitation search, bidirectional search.</p> <p>Informed (heuristic) search strategies, heuristic functions, greedy search, A * search, alpha-beta cut.</p> <p>Restricted problems, apply command search, using of local search to solve restricted problems. Search under counteraction conditions. Making the best decisions in games, not perfect decisions, games with elements of probability.</p>			
4	<p>Тема 4. Еволюційне моделювання. Генетичні алгоритми. Еволюційні стратегії.</p> <p>Поняття генетичного алгоритму, складові, характеристики, алгоритмізація, переваги та недоліки, мутація, кросовер, фітнес-функція, критерій зупинки алгоритму, збіжність алгоритму.</p> <p>Поняття еволюційної стратегії, складові, характеристики, алгоритмізація, переваги та недоліки, стратегії (лямбда, мю) та (лямбда+мю), правило 20%, фітнес-функція, критерій зупинки алгоритму, збіжність алгоритму./</p> <p>Topic 4. Evolutionary modeling. Genetic algorithms. Evolutionary strategies.</p> <p>Concepts of genetic algorithm, components, characteristics, algorithmization, advantages and disadvantages, mutation, crossover, fitness function, algorithm stop criterion, algorithm convergence.</p> <p>Concepts of evolutionary strategy, components, characteristics, algorithmization, advantages and disadvantages, strategies (lambda, mu) and (lambda + mu), rule of 20%, fitness function, criterion of stopping of algorithm, convergence of algorithm</p>	2	2	13
<i>Контрольна робота 1/ Control Work 1</i>		1		
Частина 2. Знання та онтології/ Part 2. Knowledge and ontology				
5	<p>Тема 5. Моделі подання знань та методи виведення. Семантичні мережі та фрейми.</p> <p>Знання та підходи до їх подання. Вербально-дедуктивне визначення знань, зв'язки між інформаційними одиницями. Властивості знань, тріада «об'єкт-атрибути-значення».</p> <p>Визначення та класифікація семантичних мереж. Асиміляція нових знань на основі семантичних мереж. Фрейми та слоти: базові поняття, поповнення первинних</p>	2		10

	<p>описів на основі фреймових моделей, сценарії, фрейми та ООП./</p> <p>Topic 5. Knowledge representation models and inference methods. Semantic networks and frames.</p> <p>Knowledge and approaches to their presentation. Verbal-deductive definition of knowledge links between information units. Knowledge properties, triad of "object-attribute-value". Definition and classification of semantic networks. Assimilation of new knowledge based on semantic networks. Frames and slots: basic concepts, replenishment of primary descriptions based on frame models, scripts, frames and OOP.</p>			
6	<p>Тема 6. Логічні моделі. Метод резолюцій. Продукційні правила.</p> <p>Логічні побудови та логічні моделі. Основи числення предикатів, фразова форма запису логічних формул, метод резолюції. Фрази Хорна, пренексна нормальна форма, константи та функції Сколема.</p> <p>Характеристика продукційних моделей, продукції та мережі виведення. Типові дисципліни виконання продукцій. Стратегії вирішення конфліктів у продукційних системах./</p> <p>Topic 6. Logical models. The method of resolutions. Production rules.</p> <p>Logical constructions and logical models. Basics of predicate calculus, phrase form of logical formulas, resolution method. HoLOa phrases, pre-normal normal form, Skolem constants and functions.</p> <p>Characteristics of production models, products and output network. Typical product execution disciplines. Conflict resolution strategies in production systems.</p>	2		13
7	<p>Тема 7. Онтології.</p> <p>Особливості та технології створення онтологій предметних областей. Специфіка предметних областей. Визначення та формування онтологій предметних областей./</p> <p>Topic 7. Ontologies.</p> <p>Features and technologies of ontologies development for subject areas. Specificity of subject areas. Definition and formation of ontologies for subject areas.</p>	1	2	12
8	<p>Тема 8. Експертні системи.</p> <p>Технології створення експертних систем. Принципи побудови експертних систем. Методи проведення експертиз. Алгоритми визначення компетентності експертів, вибір та голосування. СППР./</p> <p>Topic 8. Expert systems.</p> <p>Technologies of expert systems development. Principles of expert systems development. Examination methods. Algorithms for determining the competence of experts, selection and voting. DSS.</p>	2		8
9	<p>Тема 9. Прикладні технології штучного інтелекту.</p> <p>Застосування технологій штучного інтелекту при розв'язанні прикладних задач сьогодення. Прикладні системи./</p> <p>Topic 9. Applied Artificial Intelligence Technologies.</p> <p>Application of artificial intelligence technologies in solving the applied problems of today. Application systems.</p>	2		8

<i>Контрольна робота 2 / Control work 2</i>	1		
ВСЬОГО / TOTAL	18	4	96

Загальний обсяг 120 годин, в тому числі:

Лекцій – **18 годин**,

Практичні – **4 години**.

Консультації - **2 години**.

Самостійна робота – **96 годин**.

Total volume of 120 hours, including:

Lectures - **18 hours**,

Practical - **4 hours**.

Consultation - **2 hours**.

Individual work - **96 hours**.

9. Рекомендовані джерела/ Recommended literature

Основні / Main (Basic):

1. Люгер Ф.Дж. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем / Ф.Дж. Люгер. – М.: «Вильямс», 2003. – 864 с.
2. Рассел Стюарт, Норвиг Питер. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1408 с.
3. Гнатієнко Г.М., Снитюк В.Є. Експертні технології прийняття рішень. – К.: Маклаут, 2008. – 444 с.
4. Девятков В.В. Системы искусственного интеллекта: Учеб. пособие для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 352 с. (Серия «Информатика в техническом университете»)
5. Джарратано Джозеф, Райли Гари. Экспертные системы: принципы разработки и программирования, 4-е издание.: Пер. с англ. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2007. – 1152 с.
6. Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта. Пер. с франц. – М.: Мир, 1991. – 569 с.

Додаткові / Additional:

1. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика. – М.: ЮНИТИ, 1992. – 240 с.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
3. Экспертные системы. Принципы работы и примеры: Пер. с англ. / А. Брукинг, П. Джонс, Ф. Кокс и др.; Под ред. Р. Форсайта. – М.: Радио и связь, 1987. – 224 с.
4. Глибовець М.М., Олецкий О.В. Штучний інтелект: Підручн. для студ. вищ. навч. закладів, що навчаються за спец. «Комп'ютерні науки» та «Прикладна математика». – К.: Вид. дім «КМ Академія», 2002. – 366 с.
5. Снитюк В.Є. Прогнозування. Моделі, методи, алгоритми. – К.: Маклаут, 2008. – 364 с.

Додаткові-ресурси / Additional sources:

<https://www.edx.org/course/artificial-intelligence-ai-columbiax-csmm-101x-1>

<https://www.udacity.com/course/intro-to-artificial-intelligence--cs271>

<https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-034-artificial-intelligence-fall-2010/>