

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ

Кафедра теорії та технології програмування



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Кашпур О.Ф.

«28» серпня 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ЛОГІКА ТА АВТОМАТИЗОВАНЕ МИСЛЕННЯ /
LOGIC AND AUTOMATED DEDUCTION

для студентів / for students

галузь знань	12 «Інформаційні технології»/“Information Technologies” (шифр і назва)
спеціальність	122 «Комп'ютерні науки»/ 122 «Computer Science» (шифр і назва спеціальності)
освітній рівень	магістр / Master (молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма	Математичні Методи Штучного Інтелекту / Mathematical Methods of Artificial (назва освітньої програми)
вид дисципліни	обов'язкова / mandatory

Форма навчання

Навчальний рік

Семестр

Кількість кредитів ECTS

Мова викладання, навчання
та оцінювання

денна

2020/2021

2

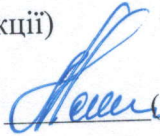
5

англійська,
українська/
Ukrainian,
English

Форма заключного контролю

іспит/exam

Викладачі: д.ф.-м.н., проф. Нікітченко М.С. (лекції)

Пролонговано: на 2021/2022 н.р.  «11» 02 2021 р.
(підпис, ПІБ, дата)

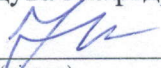
на 20__/20__ н.р. _____ («__» __ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2020

Розробник: **Нікітченко Микола Степанович**, д.ф.-м.н., завідувач кафедри «Теорії та технології програмування»

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри теорії та технології програмування

 (Нікітченко М.С.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 1 від «28» серпня 2020р.

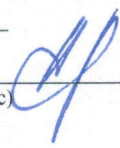
Схвалено Гарантом освітньо-наукової програми «Математичні методи штучного

інтелекту»  (Завадський І.О.)
(підпис)

«28» 08 2020р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «28» серпня 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії  (Омельчук Л.Л.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

«28» серпня 2020 року

1. Мета дисципліни дати сучасні знання про математичну логіку, методи автоматизованого мислення та їх застосування для розв'язання проблем штучного інтелекту; розвинути здатності формулювати наукову проблему та робочі гіпотези на основі осмислення наявних і створення нових цілісних знань, а також професійної практики, розвивати й реалізовувати нові конкурентоздатні ідеї в галузі інформаційних технологій.

/

Discipline aim. The aim of the discipline is to provide up-to-date knowledge of mathematic logic, methods of automated deduction and their application for solving problems of Artificial Intelligence, to develop ability to formulate scientific problem and working hypotheses on the basis of understanding of existing and creation of new holistic knowledge, as well as professional practice, to develop and implement new competitive ideas in the field of information technology.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни /

Preliminary demands to master or choice of the course discipline:

1. *Знати:* основні методи машинного навчання, математичної логіки, методи доведення теорем в логіці предикатів, методи формалізації програмних систем та систем штучного інтелекту.
2. *Вміти:* доводити теореми в логіці предикатів, розробляти програмні системи на основі їх формальних моделей та доводити властивості таких систем.

/

1. To know: basic methods of machine learning, mathematical logic, methods of theorem proving in predicate logic, methods of formalization of program systems and systems of Artificial Intelligence.
2. To be able to: prove theorems in predicate logic, develop program systems and systems of Artificial Intelligence based on their formal models and prove properties of such systems.

3. Анотація навчальної дисципліни / Synopsis of the course:

Навчальна дисципліна «Логіка та автоматизоване мислення» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» *галузі знань* 12 «Інформаційні технології» зі *спеціальності* 122 «Комп'ютерні науки», *освітньо-наукової програми* «Математичні методи штучного інтелекту».

Дана дисципліна є обов'язковою навчальною дисципліною за освітньо-науковою *програмою* «Математичні методи штучного інтелекту» за *спеціальності* «Комп'ютерні науки».

Викладається у 2 семестрі 1 курсу магістратури в **обсязі – 150 год.**

(5 кредитів ECTS) зокрема: *лекцій – 42 год., консультацій – 2 год., самостійна робота – 106 год.* У курсі передбачено **3 частини** та **3 контрольні роботи**. Завершується дисципліна – **іспитом у 2 семестрі.**

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати основні поняття і методи математичної логіки, ієрархію логік, логічні числення, методи та засоби доведення теорем, методи опису предметних областей, програмних систем та систем штучного інтелекту;

вміти формалізувати властивості предметних областей, програмних систем та систем штучного інтелекту за допомогою апарату логіки, будувати виведення в відповідних логічних численнях, застосовувати апарат логіки для розв’язання задач штучного інтелекту.

Для допуску до дисципліни «Логіка та автоматизоване мислення» освітньої програми «Математичні методи штучного інтелекту» студент повинен опанувати компетентності та результати навчання, які надають дисципліни «Математична логіка» та «Формальні методи розробки програмних систем» програми «Інформатика».

/

The discipline "Logic and Automated Thinking" is part of the educational program of training specialists at the educational-qualification level "Master" in the field of knowledge 12 "Information Technologies" in the specialty 122 "Computer Science", educational-scientific program "Artificial intelligence".

This discipline is mandatory in the specialty 122 "Computer Science", educational-scientific program "Artificial Intelligence".

It is taught in the 3rd semester of the 2nd year of master's studies in the amount of 150 hours.

(5 ECTS credits) in particular: lectures - 42 hours, consultations - 2 hours, independent work - 106 hours. The course includes 3 parts and 3 tests. The discipline ends with an exam in the 3rd semester.

As a result of studying the discipline the student must:

to know the basic concepts and methods of mathematical logic, the hierarchy of logics, logical calculus, methods and tools of proving theorems, methods of describing subject areas, software systems and systems of Artificial Intelligence;

to be able to formalize the properties of subject areas, software systems, and systems of Artificial Intelligence using the apparatus of logic, to build inferences in the corresponding logical calculus, to use the apparatus of logic to solve problems of artificial intelligence.

To be admitted to the discipline "Logic and Automated Thinking" of the educational program "Artificial Intelligence" the student must master the competencies and learning outcomes provided by the disciplines "Mathematical Logic" and "Formal Methods of Software Development" of the program "Informatics".

4. Завдання (навчальні цілі) / Objectives of study:

набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у штучному інтелекті, відповідно до освітньої кваліфікації “Магістр з комп’ютерних наук”. Зокрема, розвивати:

- здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК5);
- здатність до ідентифікації та аналізу проблем, вироблення варіантів рішень, оцінки ризиків прийняття управлінських рішень, опанування теоретичних і прикладних аспектів систем прийняття рішень (СК1).

/

Objectives of study: acquiring knowledge, skills and competences at the level of the latest achievements in Artificial Intelligence, according to the scientific and educational qualification of “Master in Computer Science”. In particular, to develop:

- ability to communicate in a foreign language;
- ability to identify and analyze problems, develop options for decision-making, risk assessment of management decisions, mastering the theoretical and applied aspects of decision-making systems.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (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			
PH1.1	Знати основні поняття і методи математичної логіки, що включають сучасні наукові здобутки у сфері математичної логіки і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у галузі комп'ютерних наук	Лекції / <i>Lectures</i>	Контрольна робота 1, 60% правильних відповідей, <i>Icnum</i> / <i>Test 1, 60% of correct answers, exam</i>	15%
PH1.2	Знати ієрархію логік, логічні числення, формальні доведення	Лекції, самостійна робота / <i>Lectures, independent work</i>	Контрольна робота 2, 3, 60% правильних відповідей, <i>Icnum</i> / <i>Test 2,3, 60% of correct answers, exam</i>	20%
PH2.1	Вміти формалізувати специфікації програмного забезпечення за допомогою апарату програмних логік, аналізувати істинність побудованих специфікацій	Лекції, самостійна робота / <i>Lectures, independent work</i>	Контрольна робота 1, 60% правильних відповідей, <i>Icnum</i> / <i>Test 1, 60% of correct answers, exam</i>	20%
PH2.2	Вміти будувати виведення в відповідних логічних численнях	Лекції, самостійна робота / <i>Lectures, independent work</i>	Контрольна робота 2,3, 60% правильних відповідей, <i>Icnum</i> / <i>Test 1, 60% of correct answers, exam</i>	25%
PH3.1	Зрозуміле і недвозначне донесення власних знань логіки та автоматизованого мислення до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються	Лекції, самостійна робота / <i>Lectures, independent work</i>	Контрольна робота 1,2,3, 60% правильних відповідей, <i>Icnum</i> / <i>Test 1,2,3, 60% of correct answers, exam</i>	10%
PH4.1	Здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії	Самостійна робота / <i>Independent work</i>	Поточне оцінювання, <i>Icnum</i> / <i>current evaluation, exam</i>	5%
PH4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести	Самостійна робота / <i>Independent work</i>	Поточне оцінювання, <i>Icnum</i>	5%

	відповідальність за їх якість		/ current evaluation, exam	
--	-------------------------------	--	----------------------------	--

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	РН 1.1	РН 1.2	РН 2.1	РН 2.2	РН 3.1	РН 4.1	РН 4.2
Програмні результати навчання (з опису освітньої програми)							
ПРН3. Опанувати нові інструменти роботи з даними, здійснюючи обробку веб-логів, текст-аналіз і машинне навчання, для прогнозування бізнес-процесів та ситуаційного управління, сентимент-аналізу відгуків, розробки рекомендаційних систем для сфери електронної комерції, медіа, соціальних мереж, банкінгу, реклами тощо. / Master new tools for working with data, processing web logs, text analysis and machine learning, for forecasting business processes and situational management, sentiment analysis of feedback, development of recommendation systems for e-commerce, media, social networks, banking, advertising etc.	+	+	+	+			
ПРН4. Аналізувати великі дані та моделювати високорівневі абстракції у великих наборах даних різної природи, проектувати сховища великих даних, для видобутку даних і знань, візуалізовувати великі дані, будувати і оцінювати регресивні моделі, що генеруються на основі великих даних. / Analyze big data and model high-level abstractions in large data sets of different nature, design big data repositories to extract data and knowledge, visualize big data, build and evaluate regression models generated based on big data.					+		
ПРН9. Володіти методами та технологіями організації та застосування даних у задачах обчислювального інтелекту, будувати моделі прийняття рішень на основі теорії розпізнавання образів, нейромереж та нечіткої логіки. / Master methods and technologies of organization and application of data in problems of computational intelligence, build models of decision-making based on the theory of pattern recognition, neural networks and fuzzy logic.		+			+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота 1: РН 1.1, РН 2.1, РН3.1 – 20 балів/12 балів.
2. Контрольна робота 2: РН1.2, РН2.2, РН3.1 – 20 балів/12 балів.
3. Контрольна робота 3: РН1.2, РН2.2, РН3.1 – 15 балів/9 балів.
4. Поточне оцінювання: РН3.1, РН4.1, РН4.2 – 5 балів / 3 бали.

Здобувач освіти може бути недопущений до підсумкового оцінювання, якщо під час семестру він: 1) не досяг мінімального порогового рівня (60%) оцінки тих результатів навчання, які не можуть бути оцінені під час підсумкового контролю; 2) набрав кількість балів, що є недостатньою для отримання позитивної оцінки навіть у випадку досягнення ним на підсумковому контролі максимально можливого результату.

Рекомендований мінімум – 36 балів

/

1. Test 1: LO 1.1, LO 2.1, LO3.1 - 20 балів/12 балів.
2. Test 2: LO1.2, LO2.2, LO3.1 - 20 балів/12 балів.
2. Test 3: LO1.2, LO2.2, LO3.1 - 15 балів/9 балів.
3. Current evaluation: LO3.1, LO4.1, LO4.2 - 5 points / 3 points.

An applicant may not be admitted to the final assessment if during the semester he: 1) has not reached the minimum threshold level (60%) of the assessment of those learning outcomes that cannot be assessed during the final control; 2) scored the number of points, which is insufficient to obtain a positive assessment, even if he achieves the maximum possible result in the final control.

The recommended minimum is 36 points.

- підсумкове оцінювання: іспит

- максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом: 40 балів;
- результати навчання які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН2.1, РН2.2, РН3.1, РН4.1, РН4.2;
- форма проведення і види завдань: письмова робота.

Рекомендований мінімум – 24 балів.

/

- final assessment: exam.

- the maximum number of points that can be obtained: 40 points;
- learning outcomes that will be evaluated: LO1.1, LO1.2, LO2.1, LO2.2, LO3.1, LO4.1, LO4.2;
- form and types of tasks: written work.

The recommended minimum is 24 points.

Види завдань: 4 письмових питання.

- 1 питання: РН1.1, РН3.1, РН4.1, РН4.2;
- 2 питання: РН1.2, РН3.1, РН4.1, РН4.2;
- 3 питання: РН2.1, РН3.1, РН4.1, РН4.2;
- 4 питання: РН2.2, РН3.1, РН4.1, РН4.2;

За розгорнуту відповідь на кожне завдання студент може отримати від 1 до 10 балів.
Критерії оцінювання відповіді студента на питання:

- повнота розкриття питання – 1-4 бали;

- логіка викладення – 1-2 бали;
- аналітичні міркування – 1-4 бали.

Types of tasks: 4 written questions.

- 1th question: LO1.1, LO3.1, LO4.1, LO4.2;
- 2nd question: LO1.2, LO3.1, LO4.1, LO4.2;
- 3rd question: LO2.1, LO3.1, LO4.1, LO4.2;
- 4th question: LO2.2, LO3.1, LO4.1, LO4.2.

For a detailed answer to each task, a student can receive from 1 to 10 points.

Criteria for evaluating the student's answer to the question:

- completeness of the question – 1-4 points;
- logic of presentation – 1-2 points;
- analytical considerations – 1-4 points.

7.2 Організація оцінювання:

Терміни проведення форм оцінювання:

1. *Контрольна робота 1: до 6 тижня семестру.*
2. *Контрольна робота 2: до 10 тижня семестру.*
3. *Контрольна робота 3: до 13 тижня семестру.*
4. *Поточне оцінювання: протягом семестру.*

Студент має право на одне перескладання кожної контрольної роботи із можливістю отримання максимально 80% початково визначених за цю контрольну роботу балів. Термін перескладання визначається викладачем.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

Terms of evaluation forms:

1. Test 1: up to 6 weeks of the semester.
2. Test 2: up to 10 weeks of the semester.
2. Test 3: up to 13 weeks of the semester.
3. Current assessment: during the semester.

The student has the right to one retake of each test with the possibility of obtaining a maximum of 80% of the points initially determined for this test. The term of reassembly is determined by the teacher.

In case of absence of a student for valid reasons working off and transfer of tests are carried out according to "Regulations on the order of an estimation of knowledge of students at the credit-modular system of the organization of educational process" from October 1, 2010.

7.3 Шкала відповідності оцінок

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

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і лабораторних занять

№ лекцій	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції.	Практ. зан.	Сам. р-та
Частина 1. Логіка та семантика: застосування в інженерії програмного забезпечення та системах штучного інтелекту / Part 1. Logic and semantics: application in Software Engineering and systems of Artificial Intelligence.				
1.	Тема 1. Основні поняття логіки та методів автоматизованого доведення теорем/ <i>Main notions of logic and automated deduction</i> Самостійна робота: Розвиток систем автоматичного доведення теорем. Independent work: Development of systems for automatic proof of theorems.	2		5
2.	Тема 2. Композиційна та денотаційна семантики. Методи доведення / <i>Compositional and denotation semantics. Deduction methods</i> Самостійна робота: Розвиток систем автоматичного доведення теорем. Independent work: Development of systems for automatic proof of theorems.	2		5
3.	Тема 3. Операційна семантика. Методи доведення / <i>Operational semantics. Deduction methods</i> Самостійна робота: Розвиток систем автоматичного доведення теорем. Independent work: Development of systems for automatic proof of theorems.	2		5
4.	Тема 4. Аксиоматична семантика (логіка Флойда-Хоара). Методи доведення / <i>Axiomatic semantics (Floyd Hoare logic). Deduction methods</i> Самостійна робота: Формули для обчислення найсильнішої післяумови та сильного інваріанту. Independent work: Formulas for calculating the strongest aftercondition and the strongest invariant.	2		5
5.	Тема 5. Властивості логіки Флойда-Хоара / <i>Properties of Floyd Hoare logic</i> Самостійна робота: Синтаксис динамічної логіки першого порядку. Independent work: Syntax of dynamic logic of the first order.	2		5
6.	Тема 6. Проблемні області та методи їх опису / <i>Problem domains and methods of their description</i> Самостійна робота: Синтаксис динамічної логіки першого порядку. Independent work: Syntax of dynamic logic of the first order.	2		5
	Контрольна робота 1/ <i>Task 1.</i>			

Всього по частині 1		12		30
Частина 2. Дедуктивні числення / Deduction calculi				
7.	Тема 7. Основні поняття дедуктивних числень / Main notions of deduction calculi Самостійна робота: Властивості динамічної логіки першого порядку. Independent work: Properties of first-order dynamic logic.	4		10
8.	Тема 8. Пропозиційні числення та числення предикатів / Propositional calculi and predicate calculi Самостійна робота: Властивості динамічної логіки першого порядку. Independent work: Properties of first-order dynamic logic.	2		5
9.	Тема 9. Секвенційні та натуральні числення / Natural and Sequent calculi Самостійна робота: Порівняння логіки співставлення та логіки розділення. Independent work: Comparison of the logic of comparison and the logic of division.	4		10
10.	Тема 10. Метод резолюцій / Resolution Самостійна робота: Порівняння логіки співставлення та логіки розділення. Independent work: Comparison of the logic of comparison and the logic of division.	2		5
11.	Тема 11. Системи переписування термів / Term rewriting Самостійна робота: Властивості логіки співставлення. Independent work: Properties of the logic of comparison	2		5
12.	Тема 12. Числення для модальних та темпоральних логік / Calculi for modal and temporal logics Самостійна робота: Властивості логіки співставлення. Independent work: Properties of the logic of comparison	2		5
	Контрольна робота 2/ Task 2			
Всього по частині 2		16		40
Частина 3. Системи автоматизованого доведення теорем / Systems of automated reasoning				
13.	Тема 13. Принципи побудови систем/ Principles of reasoning system construction Самостійна робота: Програмні логіки з частковими предикатами. Independent work: Software logics with partial predicates.	4		5
14.	Тема 14. Огляд систем автоматизованого доведення теорем / Review of systems of automated reasoning Самостійна робота: Програмні логіки з частковими предикатами. Independent work: Software logics with partial predicates.	4		10
16.	Тема 15. Система Isabelle / Isabelle system Самостійна робота: Програмні логіки над номінативними даними. Independent work: Software logics on nominative data.	2		6
17.	Тема 16. Застосування методів та систем	4		10

	автоматизованого доведення теорем у штучному інтелекті / <i>Applications of systems of automated reasoning in Artificial Intelligence</i> Самостійна робота: Програмні логіки над номінативними даними. Independent work: Software logics on nominative data.			
	Контрольна робота 3 / Task 3			
	Всього по частині 3	14		36
	ВСЬОГО	42		106

Загальний обсяг 150 год., в тому числі:

Лекцій – **42 год.**

Консультацій – **2 год.**

Самостійна робота - **106 год.**

9. Рекомендовані джерела:

Основні

1. Нікітченко М.С., Шкільняк С.С. Прикладна логіка. – К., 2013.
2. Нікітченко М.С. Теорія програмування.– К., 2020.
3. Schneider K.: Verification of Reactive Systems. Formal Methods and Algorithms. – Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2004.
4. Nielson H.R. Semantics with Applications: A Formal Introduction / H.R. Nielson, F. Nielson // John Wiley & Sons Inc. P. 240., 1992
5. Dijkstra E.W. A Discipline of Programming / E.W. Dijkstra // Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1976.

Додаткові:

6. Lamport L. Win and sin: Predicate Transformers for Concurrency / L. Lamport // ACM Transactions on Programming Languages and Systems Vol. 12, 1990 P. 396-428.
7. Harel D. Dynamic logic, Handbook of Philosophical Logic / D. Harel, D. Kozen, J. Tiuryn // 1984 P. 497-604.
8. O’Hearn P.W. The logic of bunched implications / P.W. O’Hearn, D. J. Pym // Bulletin of Symbolic Logic, Vol. 5(2), 1999 P. 215–244.
9. Reynolds J.C. Separation Logic: A logic for Shared Mutable Data Structures / J.C. Reynolds // LICS, 2002 P. 55-74.
10. Rosu G., Ellison C., Schulte W. Matching Logic: An Alternative to Hoare/Floyd Logic LNCS 6486, 2010 P. 142-162.
11. Owicki S.S. Verifying properties of parallel programs: An axiomatic approach / S.S. Owicki, D. Gries // Communications of the ACM, Vol. 19(5), 1976 P. 279–285.
12. Bergstra J.A. et al Handbokk of Process Algebra – Holland 2001.
13. Hoare C. A. R. Communicating sequential processes. *Communications of the ACM* **21** (8): P. 666–677, 1978.
14. Milner R. A Calculus of Communicating Systems, Springer Verlag, 1980.
15. *Automated Reasoning*, [Stanford Encyclopedia](#). Retrieved 2010-10-10