

**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.

«___» _____ 2018 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
КОМПОЗИЦІЙНІ ЛОГІКИ/COMPOSITIONAL LOGICS**

для студентів

галузь знань	12 «Інформаційні технології» <i>(шифр і назва)</i>
спеціальність	122 «Комп'ютерні науки»/ 122 «Computer Science» <i>(шифр і назва спеціальності)</i>
освітній рівень	магістр <i>(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)</i>
освітня програма	«Штучний інтелект»/ "Artificial Intelligence" <i>(назва освітньої програми)</i>
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2018/2019
Семестр	2
Кількість кредитів ECTS	5
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	екзамен

Викладачі: **д.ф.-м.н., проф. Буй Д.Б.** (лекції)

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

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

КИЇВ – 2018

Розробник: Буй Дмитро Борисович, д.ф.-м.н., професор кафедри «Теорії та технології програмування»

ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о. Зав. кафедри «Теорії та технології програмування»

_____ Панченко Т.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № ____ від «____» _____ 20__ р.

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

Протокол від «____» _____ 20__ року № ____

Голова науково-методичної комісії _____ Хусаїнов Д.Я.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Затверджено Вченою радою факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «____» _____ 20__ року № ____

Голова Вченої ради _____ Анісімов А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

1. Мета дисципліни – поглиблення знань з логіки, включаючи вивчення систем пошуку доведень, програмно-орієнтованих логічних формалізмів; набуття знань, умінь та навичок стосовно прикладного використання апарату математичної логіки в програмуванні.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Знати: базові поняття математичної логіки: мови пропозиційної логіки та логіки 1-го порядку, їх можливості для опису предметних областей; мати сучасні уявлення про основні методи пошуку доведень та засоби логічного виведення.

Вміти: описувати на формальних мовах твердження стосовно тих чи інших предметних областей; проводити виведення в пропозиційних та першопорядкових численнях гільбертівського типу та секвенційного типу.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна “Композиційні логіки” є складовою освітньо-професійної програми підготовки спеціалістів за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі 12 „Інформаційні технології” зі спеціальності 122 „Комп’ютерні науки”, освітньо-наукової програми – „Штучний інтелект”.

Дана дисципліна є обов’язковою навчальною дисципліною за *програмою “Штучний інтелект”*.

Викладається в 2 семестрі 1 курсу магістратури в обсязі 150 годин.

(5 кредитів ECTS)) зокрема: *лекції – 36 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 112 год.* У курсі передбачено **2 частини** та **2 контрольні роботи**. Завершується дисципліна – **екзаменом в 2 семестрі**.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати основні поняття, методи і засоби математичної логіки та їх застосування в програмуванні за умов невизначеності й нечіткості інформації; мати сучасні уявлення про основні методи пошуку доведень та засоби логічного виведення;

вміти формалізувати предметні області за допомогою апарату математичної логіки за умов невизначеності й нечіткості інформації; аналізувати істинність та виконуваність формул, наявність логічного наслідку, будувати виведення в логічних численнях.

Місце дисципліни. Навчальна дисципліна "Композиційні логіки" є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітнього рівня "магістр" за спеціалізацією «Штучний інтелект» освітньої програми «Інформатика».

4. Завдання (навчальні цілі):

набуття знань, умінь та навичок (компетенцій) на рівні новітніх досягнень у програмуванні, відповідно до освітньої кваліфікації «Магістр з комп’ютерних наук за спеціалізацією «Штучний інтелект»». Зокрема, розвивати:

- здатність спілкуватися іноземною мовою;
- здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

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	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			

			оцінювання (за необхідності)	
РН1.1	Знати основні поняття, методи і засоби математичної логіки та їх застосування в прикладних областях за умов невизначеності й нечіткості інформації	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота, екзамен</i>	22%
РН1.2	Знати нетрадиційні логіки	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота, екзамен</i>	16%
РН1.3	Знати сучасні методи пошуку доведень та засоби логічного виведення	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота, екзамен</i>	12%
РН2.1	Вміти формалізувати предметні області за допомогою апарату математичної логіки в умовах невизначеності й нечіткості інформації, аналізувати істинність формул та наявність логічного наслідку	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота, екзамен</i>	30%
РН3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачу та спосіб її розв'язання, спілкуватися з колегами з питань застосування апарату математичної логіки	<i>Реферат, самостійна робота</i>	<i>Захист реферату, поточне оцінювання</i>	16%
РН4.1	Організувати свою самостійну роботу для досягнення результату	<i>Реферат, самостійна робота</i>	<i>Захист реферату</i>	4%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 2.1	РН 3.1	РН 4.1
Програмні результати навчання						
<i>(з опису освітньої програми)</i>						
ПРН16. Знати та вміти застосовувати логічні формалізми.	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота 1: РН 1.1, РН 1.2, РН 2.1 – 24 бали

2. Контрольна робота 2: РН 1.3, РН 2.1 – 16 балів

3. Реферат: РН 1.1 – РН 1.3 – 14 балів

4. Робота студентів на заняттях та виконання індивідуальних завдань: РН 3.1 – 6 балів

- підсумкове оцінювання (у формі екзамену):

- максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом: 40 балів;

- результати навчання які будуть оцінюватись: РН 1.1 – РН 1.3, РН 2.1

- форма проведення і види завдань: письмова форма

Види завдань:

Структура екзаменаційної роботи та критерії оцінювання:

1. Теоретичне запитання (РН 1.1 – РН 1.2).
2. Теоретичне запитання (РН 1.2 – РН 1.3).
3. Письмове практичне завдання (РН 2.1).
4. Письмове практичне завдання (РН 2.1).

Критерії оцінювання екзаменаційної роботи

Завдання	Вид завдання	Максимальний бал (відсоток)	Всього балів (відсотків)
Завдання 1, 2	Теоретичне запитання	по 10 балів (25 %)	20 балів (25 %)
Завдання 3	Письмове практичне завдання	9 балів (22.5 %)	9 балів (22.5 %)
Завдання 4	Письмове практичне завдання	11 балів (27.5 %)	11 балів (27.5 %)
Всього			40 балів (100%)

Студент допускається до екзамену, якщо він під час семестру набрав не менше 24 балів, у тому числі набрав не менше 20 балів за контрольні роботи

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за екзамен не може бути меншою 24 балів

Теми для рефератів

1. Алгоритмічні логіки.
2. Динамічні логіки.
3. Немонотонні логіки.
4. Нечіткі логіки.
5. Можливісні логіки.
6. Дескриптивні логіки.
7. Інтуїціоністські логіки.
8. Алгебраїчна семантика інтуїціоністських логік.
9. Реляційна семантика інтуїціоністських логік.
10. Інтуїціоністські секвенційні числення.
11. Теорема Ербрана.
12. Метод резолюцій. Стратегії методу резолюцій.
13. Мова логічного програмування Пролог.
14. Теорема Генцена про елімінацію перетинів.
15. Системи натурального виведення.
16. Лінійні темпоральні логіки.
17. Розгалужені темпоральні логіки.
18. Застосування темпоральних логік.
19. Застосування епістемічних логік.
20. Метод Model Checking.
21. Метод TLA; верифікація програмних систем в TLA.
22. Програмна логіка Хоара, її застосування.
23. Програмна логіка Z, її застосування.
24. Програмна логіка B, її застосування.
25. Роль логіки у побудові надійних програмних систем.

Перелік питань для підготовки до екзамену

1. Основні поняття логіки. Становлення та розвиток логіки. Основні закони традиційної логіки. Поняття висловлення, предиката. Числення, формальні системи.
2. Основні принципи побудови класичної логіки, її обмеження. Семантика Тарського.
3. Проблема програмно-орієнтованої перебудови класичної логіки. Основні аспекти логік, орієнтованих на дослідження програм.
4. Принципи композиційно-номінативного підходу.
5. Іntenсіональні аспекти понять математичної логіки. Класова та індивідна надабстрактні логіки, абстрактна логіка моделей світів. Композиційно-номінативні логіки (КНЛ).
6. Розвиток понять даного та функції. Рівні розгляду даних. Рівні розгляду функції. Композиції, їх роль у логіці й програмуванні.
7. Побудова логік на основі композиційно-номінативного підходу. Спектр КНЛ.
8. Іменні множини. Операції над ІМ. Квазіарні функції, предикати.
9. Різновиди квазіарних предикатів. Дуальні предикати. Монотонні, еквітонні, антитонні предикати.
10. Предикатні композиційні системи. Пропозиційні композиції.
11. Композиції КНЛ реномінативних рівнів. Реномінації. Спеціальні предикати слабкої та строгої рівності.
12. Композиції КНЛ безкванторно-функціональних рівнів. Суперпозиції. Композиції слабкої та строгої рівності.
13. Композиції першопорядкових КНЛ. Квантори, їх властивості.
14. Чисті першопорядкові композиційні алгебри, їх різновиди.
15. Особливості квазіарних предикатів.
16. Реномінативні логіки, їх мови. Нормальні форми; субтавтології. Реномінативні числення.
17. Реномінативні логіки з предикатами рівності, їх мови.
18. Логіки безкванторно-функціональних рівнів, їх мови.

19. Чисті першопорядкові неокласичні КНЛ еквітонних предикатів (ЧНКЛ).
20. Відношення неспростовнісного логічного наслідку для множин формул ЧНКЛ.
21. Першопорядкові НКЛ функціонально-екваційного рівня.
22. Гільбертівські числення першопорядкових НКЛ повнототальних ЕП. Теореми коректності та повноти.
23. Секвенційні числення першопорядкових НКЛ ЕП. Теорема про контрмоделі. Теореми коректності та повноти.
24. Сколемівська нормальна форма. Ербранівський універс. Теорема Ербрана.
25. Пошук доведень. Метод резолюцій логік 1-го порядку. Найзагальніший уніфікатор. Правило резолюцій.
26. Чисті першопорядкові КНЛ (ЧНКЛ), класи їх інтерпретацій (семантики). R -, P -, T -, TR -семантики. Дуальні інтерпретації, дуальні семантики.
27. Відношення логічного наслідку $P|=_{IR}$, $P|=_{T}$, $P|=_{F}$, $P|=_{TF}$, $R|=_{TF}$. Відповідні відношення логічної еквівалентності.
28. Особливості відношень $P|=_{IR}$, $P|=_{T}$, $P|=_{F}$, $P|=_{TF}$, $R|=_{TF}$, співвідношення між ними.
29. Семантичні властивості ЧНКЛ. Нормальні форми.
30. Відношення логічного наслідку в логіках монотонних та логіках антитонних предикатів.
31. Відношення логічного наслідку для множин формул ЧНКЛ.
32. Предикати-індикатори наявності значення для предметних імен. Елімінація кванторів.
33. Секвенційні числення ЧНКЛ для відношень $P|=_{IR}$, $P|=_{T}$, $P|=_{F}$, $P|=_{TF}$, $R|=_{TF}$. Базові секвенційні форми, умови замкненості секвенції.
34. Теореми про побудову контрмоделей для секвенційних числень ЧНКЛ. Теореми коректності та повноти.
35. Ієрархічні номінативні дані, форми їх подання. Операції над ІНД. Операція реномінації, її стандартна форма.
36. Предикати над ІНД (H -квазіарні предикати), їх композиції. Особливості композиції квантифікації H -квазіарних предикатів.
37. Мови логік H -квазіарних предикатів.
38. Секвенційні числення логік H -квазіарних ЕП.
39. Багатозначні логіки. 3-значна логіка Лукасевича, сильна та слабка 3-значні логіки Кліні.
40. Багатозначні логіки Поста. 4-значна логіка Белнапа.
41. Зв'язок логік 2-значних T -предикатів, 2-значних P -предикатів та 3-значних логік. Ізоморфізм предикатних алгебр. Особлива роль сильної логіки Кліні серед 3-значних логік.
42. Зв'язок логік 2-значних R -предикатів, 3-значних T -предикатів, 3-значних P -предикатів та 4-значних логік. Особлива роль логіки Белнапа серед 4-значних логік.
43. Алетичні модальні логіки. Синтаксис мови, реляційна семантика. Системи T , B , $S4$, $S5$.
44. Темпоральні логіки. Синтаксис мови, реляційна семантика. Аксиоматичні системи.
45. Різновиди темпоральних логік. Застосування темпоральних логік.
46. Епістемічні логіки. Синтаксис мови, реляційна семантика, аксіоматичні системи. Застосування епістемічних логік.
47. Композиційно-номінативні модальні логіки. КНМС. Транзиційні модальні системи.
48. Різновиди ТМС. Загальні, темпоральні, мультимодальні ТМС. ММС епістемічного типу.
49. Взаємодія модальних композицій ТМС із реномінаціями та кванторами для ТМЛ та для ТМЛ ЕП.
50. Відношення логічного наслідку для множин специфікованих станами формул ТМЛ.
51. Властивості елімінації модальностей для різних типів відношень досяжності.
52. Секвенційні числення ТМЛ. Умови замкненості секвенцій, базові секвенційні форми.
53. Секвенційні форми елімінації модальностей для різних типів відношень досяжності.
54. Теорема про контрмоделі для секвенційних числень ТМЛ. Теореми коректності й повноти.

7.2 Організація оцінювання:

Терміни проведення форм оцінювання:

1. *Контрольна робота 1: до 8 тижня семестру.*
2. *Контрольна робота 2: до 14 тижня семестру.*
3. *Захист реферату: до 14 тижня семестру.*

Студент має право на одне перескладання контрольної роботи із можливістю отримання максимально 10 балів за кожну. Термін перескладання визначається викладачем.

У разі неякісного виконання лабораторної роботи, викладач має право не зарахувати лабораторну роботу, або знизити за неї бали.

Студент має право здавати лабораторну роботу та доповідь після закінчення визначеного для них терміну, але з втратою одного балу за кожен тиждень, який пройшов з моменту закінчення терміну її здачі.

7.3 Шкала відповідності оцінок

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

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

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Консульт	Сам. р-та
Частина 1. Композиційно-номінативні логіки квазіарних предикатів				
1	Тема 1. Принципи композиційно-номінативного підходу	2		8
2	Тема 2. Спектр композиційно-номінативних логік	2		8
3	Тема 3. Предикатні композиційні системи	2		8
4	Тема 4. Реномінативні логіки. РНЛ з предикатами слабкої рівності та строгої рівності. Логіки безкванторно-функціональних рівнів	2		8
5	Тема 5. Першопорядкові неокласичні КНЛ еквітонних предикатів.	2		8
6	Тема 6. Чисті першопорядкові КНЛ (ЧКНЛ); класи їх інтерпретацій (семантики). Відношення логічного наслідку $P _{=IR}, P _{=T}, P _{=F}, P _{=TF}, R _{=TF}$	2		8
7	Тема 7. Семантичні властивості ЧКНЛ. Відношення логічного наслідку в логіках монотонних та логіках антитонних предикатів	2		8
8	Тема 8. Відношення логічного наслідку для множин формул ЧКНЛ. Властивості елімінації кванторів	1		8
Контрольна робота № 2		1		
Всього за частиною 1		16		64
Частина 2. Логіки над ієрархічними даними. Багатозначні логіки. Модальні та темпоральні логіки. Модальні логіки квазіарних предикатів				
9	Тема 9. Логіки над ієрархічними номінативними даними. Операції над ІНД. H -квазіарні предикати, їх композиції. Мови логік H -квазіарних предикатів	2		8
10	Тема 10. 3-значні логіки Лукасевича та Кліні, 4-значна логіка Белнапа. Багатозначні логіки та 2-значні композиційно-номінативні логіки	2		8
11	Тема 11. Традиційні модальні логіки. Темпоральні логіки, їх застосування. Лінійні ТЛ, розгалужені ТЛ. Епістемічні логіки, їх застосування	2		8
12	Тема 12. Композиційно-номінативні модальні логіки квазіарних предикатів. Транзиційні модальні системи, їх різновиди	4		6
13	Тема 13. Взаємодія модальних композицій із реномінаціями та кванторами. Відношення логічного наслідку для множин специфікованих станами формул. Елімінація модальностей для різних типів відношень досяжності	2		6
14	Тема 14. Секвенційні числення модальних логік квазіарних предикатів. Умови замкненості секвенції, базові секвенційні форми. Теореми про контрмоделі. Теореми коректності та повноти.	2		6
15	Тема 15. Логіка та побудова програмних систем. Програмна логіка Хоара, програмні логіки Z та B , їх застосування. Метод Model Checking	2		6
Контрольна робота № 2		2		
Всього за частиною 2		20		48
Консультація			2	
ВСЬОГО		36	2	112

Загальний обсяг **150 год.**, в тому числі:

Лекцій – **38 год.**

Консультації – **2 год.**

Самостійна робота - **112 год.**

9. Рекомендовані джерела:

Основні

1. Клини С. Математическая логика. – М.: Наука, 1973.
2. Нікітченко М.С., Шкільняк С.С. Математична логіка та теорія алгоритмів. – К., 2008.
3. Нікітченко М.С., Шкільняк С.С. Прикладна логіка. – К., 2013.
4. Нікітченко М.С., Шкільняк О.С., Шкільняк С.С. Чисті першопорядкові логіки квазіарних предикатів // Проблеми програмування. – 2016. – № 2–3.
5. Шкільняк О.С. Модальні логіки немонотонних часткових предикатів // Вісник Київського ун-ту. Серія: фіз.-мат. науки. – 2015. – Вип. 3.
6. Шкільняк О.С. Відношення логічного наслідку в логіках монотонних предикатів та логіках антитонних предикатів // Проблеми програмування. – 2017. – № 1.
7. Шкільняк С.С., Волковицький Д.Б. Композиційно-номінативні логіки безкванторних рівнів // Проблеми програмування. – 2016. – № 2–3.

Додаткові

8. Андон Ф.И., Яшунин А.Е., Резниченко В.А. Логические модели интеллектуальных информационных систем. – К., 1999.
9. Чень Ч., Ли Р. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем. – М., 1983.
10. Шкільняк О.С. Відношення логічного наслідку в логіках монотонних предикатів та логіках антитонних предикатів // Проблеми програмування. – 2017. – № 1.
11. Шкільняк О.С. Семантичні моделі та секвенційні числення транзиційних модальних логік // Комп'ютерна математика. – 2013. – Вып. 1.
12. Шкільняк О.С. Транзиційні модальні логіки немонотонних квазіарних предикатів // Комп'ютерна математика. – 2014. – Вып. 2.
13. Шкільняк С.С. Спектр секвенційних числень першопорядкових композиційно-номінативних логік // Проблеми програмування. – 2013. – № 3.
14. Belnap N., Steel T. The logic of questions and answers. – New Haven and London: Yale Univ. Press, 1976.
15. Handbook of Logic in Computer Science. Edited by S. Abramsky, Dov M. Gabbay and T. S. E. Maibaum. – Oxford Univ. Press. – Vol. 1–5, 1993–2000.
16. Hoare C.A.R., Jifeng He. Unifying Theories of Programming. – London: Prentice Hall Europe, 1998.
17. Schneider K.: Verification of Reactive Systems. Formal Methods and Algorithms. – Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2004.
18. Clarke E.M., Grumberg O., Peled D.: Model Checking. MIT Press (1999).
19. Kröger F., Merz S. Temporal logic and state systems. – Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2008.