

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФАКУЛЬТЕТ КІБЕРНЕТИКИ
Кафедра теорії та технології програмування

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

_____ Кашпур О.Ф.

« ____ » _____ 2017 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ¹
ПРИКЛАДНІ ТА КОМПОЗИЦІЙНІ ЛОГІКИ
для студентів денної форми навчання

спеціальність: 8.04030201 «Інформатика»
(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація: інтелектуальні інформаційні технології
теорія та технологія програмування
інформаційні технології та системи

КИЇВ – 2017

¹ Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролю.

Робоча програма навчальної дисципліни

«Прикладні та композиційні логіки»

для студентів спеціальності 8.04030201 «Інформатика»

«_____» _____ 2017 року – 18 с.

Розробник: доктор фіз.-мат. наук, професор Шкільняк Степан Степанович

Робоча програма дисципліни «Прикладні та композиційні логіки» затверджена на засіданні кафедри теорії та технології програмування

Протокол № 9 від 15 травня 2017 року

Завідувач кафедри

Нікітченко М.С.

(підпис)

«_____» _____ 2017 року

Схвалено науково-методичною комісією факультету кібернетики

Протокол №__ від «_____» _____ 2017 року

Голова науково-методичної комісії

Хусаїнов Д.Я.

(підпис)

«_____» _____ 2017 року

© Шкільняк С.С., 2017

ВСТУП

Навчальна дисципліна "Прикладні та композиційні логіки" є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 0403 «СИСТЕМНІ НАУКИ ТА КІБЕРНЕТИКА» (розділ «ПРИРОДНИЧІ НАУКИ») за спеціальністю 8.040302 «Інформатика» спеціалізацій «інтелектуальні інформаційні технології», «теорія та технологія програмування», «інформаційні технології та системи».

Дана дисципліна нормативна за спеціальністю «Інформатика».

Викладається в 3 семестрі 2 курсу магістратури в обсязі 120 годин (4 кредити ECTS²), зокрема: лекції – 38 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 80 год. У курсі 2 контрольних роботи та 1 колоквиум. Завершується дисципліна – іспитом.

Метою навчальної дисципліни "Прикладні та композиційні логіки" є поглиблення знань з математичної логіки, включаючи вивчення систем пошуку доведень, програмно-орієнтованих логічних формалізмів, набуття знань про прикладне використання апарату математичної логіки в інформатиці й програмуванні.

Завдання – набуття компетенцій, знань, умінь та навиків на рівні новітніх досягнень у математичній логіці та навиків їх прикладного застосування відповідно до кваліфікації магістр з інформатики.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: основні поняття, методи і засоби математичної логіки та їх застосування в інформатиці й програмуванні; мати сучасні уявлення про основні методи пошуку доведень та засоби логічного виведення (метод резолюцій, секвенційні числення); про нетрадиційні логіки (багатозначні, модальні; темпоральні, епістемічні, програмні) та їх застосування в прикладних областях.

вміти: формалізувати предметні області за допомогою апарату математичної логіки, аналізувати істинність та виконуваність формул, будувати виведення в логічних численнях.

Місце дисципліни. Спеціальна навчальна дисципліна "Прикладні та композиційні логіки" є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "магістр". Курс "Композиційні логіки" потрібен для поглиблення знань з математичної логіки, баз даних та знань, інтелектуальних систем, теорії програмування, формальних методів специфікації програм, формальних методів розробки програмних систем.

Зв'язок з іншими дисциплінами. Дисципліна "Прикладні та композиційні логіки" надає логіко-алгебраїчні методи дослідження систем різного типу, тому вона пов'язана з такими дисциплінами, як "Формальні методи розробки програмних систем", "Бази даних та інформаційні системи", "Інтелектуальні системи", "Штучний інтелект", "Інформаційні технології", "Програмна інженерія", "Валідація та верифікація програмних систем".

² кредитів ECTS – 1 кредит рівний 30 годинам

Контроль знань і розподіл балів, які отримують студенти.

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою. У змістовий модуль 1 входять теми 1–6, у змістовий модуль 2 – теми 7–9, у змістовий модуль 3 (ЗМ2) – теми 10–15.

Обов'язковим для іспиту є отримання студентом протягом семестру не менше 24 балів.

Оцінювання за формами контролю³:

	Змістові модулі 1 та 2		Змістовий модуль 3	
	Min – 10 балів	Max – 27 балів	Min – 14 балів	Max – 33 балів
Контрольна робота	10	22	7	16
Колоквіум та реферат			7	14
Активна робота	0	5	0	3

Студенти, які набрали меншу за мінімальну кількість балів для певної контрольної роботи чи колоквіуму, для допуску до іспиту зобов'язані перескласти контрольну роботу чи колоквіум.

Студенти, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум – 24 бали* – до складання іспиту не допускаються.

Студент має право на одне перескладання контрольних робіт і колоквіуму із можливістю отримання максимально таких балів: за контрольні роботи – 20 та 14, за колоквіум – 12.

Термін перескладання визначається викладачем.

У підсумку отримуємо:

	Змістові модулі 1 та 2	Змістовий модуль 3	Іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	10	14	20	60
Максимум	27	33	40	100

При цьому, кількість балів:

- **00 – 34** відповідає оцінці «незадовільно» з обов'язковим повторним вивченням дисципліни;
- **35 – 59** відповідає оцінці «незадовільно» з можливістю повторного складання;
- **60 – 64** відповідає оцінці «задовільно» («достатньо»);
- **65 – 74** відповідає оцінці «задовільно»;
- **75 – 84** відповідає оцінці «добре»;
- **85 – 89** відповідає оцінці «добре» («дуже добре»);
- **90 – 100** відповідає оцінці «відмінно».

Шкала відповідності (за умови іспиту)

За 100 – бальною шкалою	За національною шкалою	
90 – 100	5	відмінно
85 – 89	4	добре
75 – 84		
65 – 74	3	задовільно
60 – 64		
35 – 59	2	незадовільно
00 – 34		

³ Див. Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу від 1.10.2010 р.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. РОЗВИТОК ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ ЛОГІКИ. ЛОГІКИ КВАЗІАРНИХ ПРЕДИКАТІВ

Тема 1. Проблема програмно-орієнтованої перебудови класичної логіки.

Принципи композиційно-номінативного підходу (6 год.).

Становлення та розвиток логіки. Основні закони традиційної логіки. Поняття висловлення, предиката. Числення, формальні системи. Основні принципи побудови класичної логіки. Семантика Тарського. Обмеження класичної логіки предикатів. Проблема програмно-орієнтованої перебудови класичної логіки. Основні аспекти логік, орієнтованих на дослідження програм. Композиційно-номінативний підхід до побудови логічних та програмних систем. Основні принципи КНП.

Тема 2. Розвиток основних понять логіки. Побудова логік на основі КНП.

Спектр композиційно-номінативних логік (6 год.).

Інтенціональні аспекти понять математичної логіки. Класова надабстрактна логіка, індивідуальна надабстрактна логіка, абстрактна логіка моделей світів. Композиційно-номінативні логіки предикатів. Розвиток понять даного та функції. Рівні розгляду даних, рівні розгляду функцій. Композиції, роль композицій у логіці й програмуванні. Побудова логік на основі КНП. Спектр композиційно-номінативних логік.

Тема 3. Квазіарні предикати. Предикатні композиційні системи (6 год.).

Предикатні композиційні системи, композиційні алгебри предикатів. Іменні множини. Квазіарні функції, предикати. Різновиди квазіарних предикатів. Дуальні предикати. Монотонні, еквітонні, антитонні предикати. Предикатні композиційні системи. Композиції пропозиційного рівня. Композиції номінативних рівнів: реномінації, предикати слабкої та строгої рівності, суперпозиції, композиції слабкої та строгої рівності, квантори. Чисті першопорядкові композиційні алгебри, їх різновиди. Особливості квазіарних предикатів.

Тема 4. Реномінативні логіки. Безкванторно-функціональні логіки (6 год.).

Реномінативні логіки, їх мови. Семантичні властивості РНЛ. Нормальні форми формул, субтавтології. РНЛ з предикатами слабкої рівності та строгої рівності, їх мови та семантичні властивості. Логіки безкванторно-функціональних рівнів. БКФЛ з композиціями слабкої рівності та строгої рівності.

Тема 5. Першопорядкові неокласичні КНЛ еквітонних предикатів (6 год.).

Чисті першопорядкові неокласичні КНЛ еквітонних предикатів (ЧНКЛ), семантичні моделі та мови цих логік. Неістотність предметних імен ЧНКЛ. Відношення логічного наслідку для множин формул ЧНКЛ. Першопорядкові неокласичні КНЛ функціонально-екваційного рівня.

Тема 6. Чисті першопорядкові КНЛ; класи їх інтерпретацій (семантики).

Відношення логічного наслідку в ЧКНЛ. Властивості ЧКНЛ (12 год.)

Чисті першопорядкові КНЛ (ЧКНЛ), класи їх інтерпретацій (семантики). Семантики R , P , T , TS . Дуальні інтерпретації, дуальні семантики. Відношення логічного наслідку $P|_{=IR}$, $P|_{=T}$, $P|_{=F}$, $P|_{=TF}$, $R|_{=TF}$; відношення логічної еквівалентності. Властивості цих відношень, співвідношення між різними відношеннями логічного наслідку. Семантичні властивості ЧКНЛ. Нормальні форми формул ЧКНЛ; квазізамкнені формули. Відношення логічного наслідку в логіках монотонних та логіках антитонних предикатів.

Тема 7. Відношення логічного наслідку для множин формул ЧКНЛ (6 год.)

Відношення логічного наслідку для множин формул, їх властивості. Спеціальні предикати-індикатори наявності значення для предметних змінних. Властивості елімінації кванторів.

Змістовий модуль 3. ПОШУК ДОВЕДЕНЬ. МЕТОД РЕЗОЛЮЦІЙ. СЕКВЕНЦІЙНІ ЧИСЛЕННЯ

Тема 8. Пошук доведень. Метод резолюцій в логіках 1-го порядку (6 год.).

Пошук доведень. Метод резолюцій пропозиційної логіки. Сколемівська форма. Теорема Ербрана; метод спростування Ербрана. Поняття уніфікатора; найзагальніший уніфікатор, алгоритм його пошуку. Метод резолюцій класичної логіки 1-го порядку.

Тема 9. Числення першопорядкових логік еквітонних предикатів (6 год.).

Гільбертівські числення першопорядкових логік повнототальних ЕП, логічні аксіоми та правила виведення, теореми коректності та повноти. Секвенційні числення першопорядкових логік ЕП, базові секвенційні форми. Теореми коректності та повноти секвенційних числень. Приклади побудови виведень в цих численнях.

Тема 10. Секвенційні числення ЧКНЛ для відношень логічного наслідку $P|_{=IR}, P|_{=T}, P|_{=F}, P|_{=TF}, R|_{=TF}$ (12 год.).

Секвенційні числення для формалізації відношень $P|_{=IR}, P|_{=T}, P|_{=F}, P|_{=TF}, R|_{=TF}$ в ЧКНЛ. Базові секвенційні форми, умови замкненості секвенції. Форми елімінації кванторів. Побудова секвенційного дерева, теореми коректності. Теореми про побудову контрмоделей, теореми повноти. Приклади побудови виведень в цих численнях.

Змістовий модуль 3. НЕТРАДИЦІЙНІ ЛОГІКИ. МОДАЛЬНІ ЛОГІКИ

Тема 11. Логіки над ієрархічними номінативними даними (6 год.).

Ієрархічні номінативні дані. Операції над ІНД. H -квазіарні предикати, їх композиції. Композиції квантифікації, їх особливості. Мови логік H -квазіарних предикатів, їх семантичні властивості. Секвенційні числення логік еквітонних H -квазіарних предикатів.

Тема 12. 3-значні логіки Лукасевича та Кліні, 4-значна логіка Белнапа. Багатозначні логіки та 2-значні композиційно-номінативні логіки (6 год.).

Багатозначні логіки. 3-значна логіка Лукасевича, сильна і слабка 3-значні логіки Кліні, 4-значна логіка Белнапа. Зв'язок логік 2-значних T -предикатів, 2-значних P -предикатів та 3-значних логік. Зв'язок логік 2-значних R -предикатів, 3-значних T -предикатів, 3-значних P -предикатів та 4-значних логік. Особлива роль сильної логіки Кліні та логіки Белнапа.

Тема 13. Традиційні модальні логіки. Темпоральні логіки (8 год.).

Алетичні модальні логіки; синтаксис мови, реляційна семантика; аксіоматичні системи. Темпоральні логіки; синтаксис мови, реляційна семантика, аксіоматичні системи. Різновиди темпоральних логік. Застосування темпоральних логік. Епістемічні логіки; синтаксис мови, реляційна семантика, аксіоматичні системи; застосування цих логік.

Тема 14. Композиційно-номінативні модальні логіки квазіарних предикатів (12 год.)

Композиційно-номінативні модальні логіки часткових квазіарних предикатів. Композиційно-номінативні модальні системи. Транзиційні модальні системи. Властивості першопорядкових ТМС. Різновиди ТМС: загальні, темпоральні, мультимодальні; ТМС епістемічного типу. ТМС еквітонних предикатів; ТМС із сильною та ТМС із загальною умовою визначеності на станах. Особливості взаємодії модальних композицій із реномінаціями та кванторами для ТМЛ та для ТМЛ ЕП. Відношення логічного наслідку для множин специфікованих станами формул. Елімінація кванторів. Властивості елімінації модальностей для різних типів відношень досяжності.

Тема 15. Секвенційні числення модальних логік часткових предикатів (6 год.).

Секвенційні числення першопорядкових модальних логік часткових квазіарних предикатів. Умови замкненості секвенції, базові секвенційні форми. Форми елімінації модальностей, їх різновиди для різних типів відношень досяжності. Побудова секвенційного дерева. Теорема про контрмоделі для секвенційних числень ТМЛ. Теореми коректності та повноти.

Тема 16. Логіка та побудова програмних систем (8 год.).

Роль логіки у побудові надійних програмних систем. Програмна логіка Хоара, її застосування для специфікації та верифікації програм. Програмні логіки Z та B, їх застосування. Застосування темпоральних логік для специфікації та верифікації програм. Метод Model Checking. Перспективи логічних досліджень в інформатиці та програмуванні.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ

№ лекції	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Консульт	Сам. р-та
Змістовний модуль 1. Програмно-орієнтована перебудова логіки. Композиційно-номінативні логіки квазіарних предикатів				
1	Тема 1. Проблема програмно-орієнтованої перебудови класичної логіки. Принципи композиційно-номінативного підходу	2		4
2	Тема 2. Розвиток основних понять логіки. Побудова логік на основі КНП. Спектр композиційно-номінативних логік	2		4
3	Тема 3. Квазіарні предикати. Предикатні композиційні системи	2		4
4	Тема 4. Реномінативні логіки. Безкванторно-функціональні логіки	2		4
5	Тема 5. Першопорядкові неокласичні КНЛ еквітонних предикатів	2		4
6–7	Тема 6. Чисті першопорядкові КНЛ; класи їх інтерпретацій (семантики). Відношення логічного наслідку в ЧКНЛ. Властивості ЧКНЛ.	4		8
8	Тема 7. Відношення логічного наслідку для множин формул ЧКНЛ	2		4
Всього по модулю 1		16		32
Змістовний модуль 2. Пошук доведень. Метод резолюцій. Секвенційні числення логік квазіарних предикатів				
9	Тема 8. Пошук доведень. Метод резолюцій в логіках 1-го порядку	2		4
10	Тема 9. Числення першопорядкових логік еквітонних предикатів	2		4
11–12	Тема 10. Секвенційні числення ЧКНЛ для відношень логічного наслідку $P_1 =R, P_1 =T, P_1 =F, P_1 =TF, R_1 =TF$	4		8
Всього по модулю 2		8		16
Контрольна робота № 1				1
Змістовний модуль 3. Логіки над ієрархічними даними. Багатозначні логіки. Модальні та темпоральні логіки. Модальні логіки квазіарних предикатів				
13	Тема 11. Логіки над ієрархічними номінативними даними	2		4
14	Тема 12. 3-значні логіки Лукасевича та Кліні, 4-значна логіка Белнапа. Багатозначні логіки та 2-значні композиційно-номінативні логіки	2		4
15	Тема 13. Традиційні модальні логіки. Темпоральні логіки, їх застосування	2		4
16–17	Тема 14. Композиційно-номінативні модальні логіки квазіарних предикатів	4		8
18	Тема 15. Секвенційні числення модальних логік квазіарних предикатів	2		4
19	Тема 16. Логіка та побудова програмних систем	2		5
Всього по модулю 3		14		29
Контрольна робота № 2				1
Колоквіум				1
Консультації			2	
ВСЬОГО		38	2	80

Загальний обсяг годин – **120** год, у тому числі:

Лекцій – **38** год. Консультації – **2** год. Самостійна робота – **80** год.

Змістовий модуль 1. РОЗВИТОК ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ ЛОГІКИ. ЛОГІКИ КВАЗІАРНИХ ПРЕДИКАТІВ

Тема 1. Проблема програмно-орієнтованої перебудови класичної логіки.

Принципи композиційно-номінативного підходу (6 год.)

Лекція 1. Проблема програмно-орієнтованої перебудови класичної логіки.

Принципи композиційно-номінативного підходу (2 год.).

Становлення та розвиток логіки. Основні закони традиційної логіки. Поняття висловлення, предиката. Числення, формальні системи. Аналіз класичної логіки предикатів. Основні принципи побудови класичної логіки. Семантика Тарського. Обмеження класичної логіки предикатів. Проблема програмно-орієнтованої перебудови класичної логіки. Основні аспекти логік, орієнтованих на дослідження програм. Композиційно-номінативний підхід до побудови логічних та програмних систем. Основні принципи КНП: розвитку, єдності інтенціональних та екстенціональних аспектів, композиційності, номінативності.

Завдання для самостійної роботи (4 год.).

Становлення традиційної логіки. Основні проблеми логіки. Аналіз принципів побудови класичної логіки, приклади її розширень. Уточнення основних аспектів логік, орієнтованих на дослідження програм, на базі розгляду основних конструкцій мов програмування та їх формалізації..

Рекомендована література: [1–5].

Тема 2. Розвиток основних понять логіки. Побудова логік на основі КНП.

Спектр композиційно-номінативних логік (6 год.)

Лекція 2. Розвиток основних понять логіки. Побудова логік на основі КНП. Спектр композиційно-номінативних логік (2 год.).

Інтенціональні аспекти понять математичної логіки. Класова надабстрактна логіка, індивідуальна надабстрактна логіка, абстрактна логіка моделей світів. Композиційно-номінативні логіки предикатів. Розвиток понять даного та функції. Рівні розгляду даних, рівні розгляду функцій. Композиції, роль композицій у логіці й програмуванні. Побудова логік на основі КНП. Спектр КНЛ за рівнем розгляду. Різновиди КНЛ за обмеженнями на клас предикатів.

Завдання для самостійної роботи (4 год.).

Властивості абстрактних логік. Світи, інтерпретації. Моделі світів різного рівня абстракції. Роль композицій у логіці й програмуванні. Класифікація композицій. Логіки пропозиційного та номінативних рівнів. Логіки локально-еквітонних, еквісумісних, локально-еквісумісних предикатів.

Рекомендована література: [4, 5].

Тема 3. Квазіарні предикати. Предикатні композиційні системи (6 год.)

Лекція 3. Квазіарні предикати. Предикатні композиційні системи (2 год.).

Предикатні композиційні системи, композиційні алгебри предикатів. Іменні множини. Квазіарні функції, предикати. Різновиди квазіарних предикатів. Дуальні предикати. Монотонні, еквітонні, антитонні предикати. Предикатні композиційні системи. Композиції пропозиційного рівня. Композиції номінативних рівнів: реномінації, предикати слабкої та строгої рівності, суперпозиції, композиції слабкої та строгої рівності, квантори. Властивості композицій. Чисті першопорядкові композиційні алгебри, їх різновиди. Особливості квазіарних предикатів.

Завдання для самостійної роботи (4 год.).

Властивості реномінації, предикатів слабкої та строгої рівності, суперпозиції, композицій слабкої та строгої рівності. Властивості кванторів. Композиційні алгебри квазіарних предикатів. Властивості квазіарних предикатів, їх особливості.

Рекомендована література: [1, 3–6, 9].

Тема 4. Реномінативні логіки. Безкванторно-функціональні логіки (6 год.)

Лекція 4. Реномінативні логіки. Безкванторно-функціональні логіки (2 год.).

Реномінативні логіки, їх мови. Семантичні властивості РНЛ. Нормальні форми формул, субтавтології. РНЛ з предикатами слабкої рівності та строгої рівності, їх мови та семантичні властивості. Логіки безкванторно-функціональних рівнів. БКФЛ, БКФЛ з композиціями слабкої рівності та строгої рівності; їх мови та семантичні властивості.

Завдання для самостійної роботи (4 год.).

Реномінативні числення Гільбертівського типу, їх коректність та повнота. Секвенційні реномінативні числення, коректність та повнота цих числень.

Рекомендована література: [4, 5, 9].

Тема 5. Першопорядкові неокласичні КНЛ еквітонних предикатів (6 год.)

Лекція 5. Першопорядкові неокласичні КНЛ еквітонних предикатів (2 год.).

Чисті першопорядкові неокласичні КНЛ еквітонних предикатів (ЧНКЛ), семантичні моделі та мови цих логік. Неістотність предметних імен ЧНКЛ. Відношення логічного наслідку для множин формул ЧНКЛ. Першопорядкові неокласичні КНЛ функціонально-екваційного рівня, їх мови та семантичні властивості.

Завдання для самостійної роботи (4 год.).

Нормальні форми формул ЧНКЛ. Властивості відношення логічного наслідку для множин формул ЧНКЛ. Семантичні властивості неокласичних КНЛ функціональних рівнів; нормальні форми, відношення логічного наслідку для множин формул. Обмежене моделювання неокласичної логіки в класичній.

Рекомендована література: [4–6].

Тема 6. Чисті першопорядкові КНЛ; класи їх інтерпретацій (семантики).

Відношення логічного наслідку в ЧНКЛ. Властивості ЧНКЛ (12 год.)

Лекція 6. Чисті першопорядкові КНЛ; класи їх інтерпретацій (семантики). Відношення логічного наслідку $P|=_{IR}$, $P|=_{T}$, $P|=_{F}$, $P|=_{TF}$, $R|=_{TF}$ (2 год.).

Чисті першопорядкові КНЛ (ЧНКЛ), класи їх інтерпретацій (семантики). Семантики R , P , T , TS . Дуальні інтерпретації, дуальні семантики. Відношення логічного наслідку $P|=_{IR}$, $P|=_{T}$, $P|=_{F}$, $P|=_{TF}$, $R|=_{TF}$; відповідні відношення логічної еквівалентності. Властивості та особливості цих відношень, співвідношення між різними відношеннями логічного наслідку.

Лекція 7. Семантичні властивості ЧНКЛ. Відношення логічного наслідку в логіках монотонних та логіках антитонних предикатів (2 год.).

Семантичні властивості ЧНКЛ. Нормальні форми формул ЧНКЛ; квазізамкнені формули. Відношення логічного наслідку в логіках монотонних та логіках антитонних предикатів.

Завдання для самостійної роботи (8 год.).

Властивості та особливості відношень логічного наслідку $P|=_{IR}$, $P|=_{T}$, $P|=_{F}$, $P|=_{TF}$, $R|=_{TF}$. Семантичні властивості ЧНКЛ. Властивості та особливості відношень логічного наслідку в логіках монотонних та логіках антитонних предикатів.

Рекомендована література: [5, 6, 8, 12].

Тема 7. Відношення логічного наслідку для множин формул ЧНКЛ (6 год.)

Лекція 8. Відношення логічного наслідку для множин формул ЧНКЛ (2 год.).

Відношення логічного наслідку для множин формул, їх властивості. Спеціальні предикати-індикатори наявності значення для предметних змінних. Властивості елімінації кванторів; використання для їх опису спеціальних предикатів-індикаторів.

Завдання для самостійної роботи (4 год.).

Відношення логічного наслідку для множин формул в різних семантиках. Особливості властивостей елімінації кванторів.

Рекомендована література: [5, 6, 8, 12].

Контрольні запитання до змістового модуля 1.

1. Становлення та розвиток логіки.
2. Основні закони традиційної логіки.
3. Поняття висловлення, предиката.
4. Поняття числення.
5. Поняття формальної системи, теореми, виведення.
6. Основні принципи побудови класичної логіки.
7. Семантика Тарського.
8. Обмеження класичної логіки предикатів.
9. Проблема програмно-орієнтованої перебудови класичної логіки.
10. Основні аспекти логік, орієнтованих на дослідження програм.
11. Композиційно-номінативний підхід до побудови логічних і програмних систем.
12. Принцип єдності інтенціональних та екстенціональних аспектів.
13. Принципи композиційності та номінативності.
14. Класова надабстрактна логіка.
15. Індивідна надабстрактна логіка.
16. Абстрактна логіка моделей світів.
17. Композиційно-номінативні логіки предикатів.
18. Рівні розгляду даних.
19. Рівні розгляду функції.
20. Композиції, роль композицій у логіці й програмуванні.
21. Побудова логік на основі композиційно-номінативного підходу
22. Спектр композиційно-номінативних логік за рівнем розгляду.
23. Спектр композиційно-номінативних логік за обмеженнями на клас предикатів.
24. Визначення логічних зв'язок, їх основні властивості.
25. Визначення іменної множини.
26. Визначення квазіарної функції, квазіарного предиката.
27. Різновиди квазіарних предикатів.
28. Дуальні предикати.
29. Визначення монотонної функції, предиката.
30. Визначення еквітонної функції, предиката.
31. Визначення антитонної функції, предиката.
32. Визначення повнототальної функції, предиката.
33. Визначення неістотного предметного імені для функції, предиката.
34. Композиції реномінації.
35. Спеціальні предикати слабкої рівності.
36. Спеціальні предикати строгої рівності.
37. Композиції суперпозиції.
38. Спеціальні композиції слабкої рівності.
39. Спеціальні композиції строгої рівності.
40. Композиції квантифікації $\exists x$ та $\forall x$.
41. Чисті першопорядкові композиційні алгебри.
42. Різновиди першопорядкових композиційних алгебр.
43. Особливості квазіарних предикатів.
44. Реномінативні логіки, їх мови.
45. Нормальні форми в РНЛ.
46. Субтавтології. Зв'язок субтавтологій та істинних формул.
47. Реномінативні логіки з предикатами рівності, їх мови.
48. Безкванторно-функціональні логіки, їх мови.
49. Безкванторно-функціональні логіки з композиціями слабкої рівності, їх мови.
50. Безкванторно-функціональні логіки з композиціями строгої рівності, їх мови.
51. Визначальні особливості логік квазіарних предикатів.
52. Чисті першопорядкові неокласичні КНЛ еквітонних предикатів, їх мови.

53. Неістотність предметних імен в ЧНКЛ.
54. Відношення логічного наслідку для множин формул ЧНКЛ.
55. НКЛ функціонально-екваційного рівня, їх мови.
56. Чисті першопорядкові КНЛ (ЧКНЛ), класи їх інтерпретацій (семантики).
57. R -, P -, T -, TR -семантики.
58. Дуальні інтерпретації, дуальні семантики.
59. Відношення логічного наслідку $P|=_{IR}$, $P|=_{T}$, $P|=_{F}$, $P|=_{TF}$, $R|=_{TF}$.
60. Відношення логічної еквівалентності $P\sim_{IR}$, $P\sim_{T}$, $P\sim_{F}$, $P\sim_{TF}$, $R\sim_{TF}$.
61. Особливості відношень $P|=_{IR}$, $P|=_{T}$, $P|=_{F}$, $P|=_{TF}$, $R|=_{TF}$.
62. Співвідношення між відношеннями $P|=_{IR}$, $P|=_{T}$, $P|=_{F}$, $P|=_{TF}$, $R|=_{TF}$.
63. Семантичні властивості ЧКНЛ.
64. Нормальні форми формул ЧКНЛ.
65. Квазізамкнені формули ЧКНЛ.
66. Відношення логічного наслідку в логіках монотонних та логіках антитонних предикатів.
67. Відношення логічного наслідку для множин формул ЧКНЛ.
68. Предикати-індикатори наявності значення для предметних змінних.
69. Властивості елімінації кванторів.

Змістовий модуль 2. ПОШУК ДОВЕДЕНЬ. МЕТОД РЕЗОЛЮЦІЙ. СЕКВЕНЦІЙНІ ЧИСЛЕННЯ

Тема 8. Пошук доведень. Метод резолюцій в логіках 1-го порядку (6 год.)

Лекція 9. Пошук доведень. Метод резолюцій в логіках 1-го порядку (2 год.).

Пошук доведень. Метод резолюцій пропозиційної логіки. Сколемівська форма. Теорема Ербрана; метод спростування Ербрана. Поняття уніфікатора; найзагальніший уніфікатор, алгоритм його пошуку. Метод резолюцій класичної логіки 1-го порядку.

Завдання для самостійної роботи (4 год.)

Теорема Ербрана. Знаходження найзагальнішого уніфікатора. Стратегії підвищення ефективності методу резолюцій.

Рекомендована література: [4, 11].

Тема 9. Числення першопорядкових логік еквітонних предикатів (6 год.)

Лекція 10. Числення першопорядкових логік еквітонних предикатів (2 год.).

Гільбертівські числення чистих першопорядкових логік повнототальних ЕП; логічні аксіоми та правила виведення, теореми коректності та повноти. Секвенційні числення чистих першопорядкових логік ЕП, базові секвенційні форми. Теорема коректності; теорема про контрмоделі, її доведення методом модельних множин; теорема повноти. Приклади побудови виведень.

Завдання для самостійної роботи (4 год.).

Гільбертівські числення першопорядкових логік повнототальних ЕП функціональних рівнів, теореми коректності та повноти цих числень. Секвенційні числення першопорядкових логік ЕП функціональних рівнів; базові секвенційні форми, теореми коректності та повноти.

Рекомендована література: [4, 15].

Тема 10. Секвенційні числення ЧКНЛ для відношень логічного наслідку $P|=_{IR}$, $P|=_{T}$, $P|=_{F}$, $P|=_{TF}$, $R|=_{TF}$ (12 год.)

Лекція 11. Секвенційні числення чистих першопорядкових логік квазіарних предикатів (2 год.).

Секвенційні числення для формалізації відношень $P|=_{IR}$, $P|=_{T}$, $P|=_{F}$, $P|=_{TF}$, $R|=_{TF}$ в ЧКНЛ. Базові секвенційні форми, умови замкненості секвенції. Секвенційні форми елімінації кванторів, їх особливості.

Лекція 12. Коректність та повнота секвенційних числень логік квазіарних предикатів (2 год.).

Побудова секвенційного дерева в численнях ЧКНЛ. Теорема коректності. Теорема про побудову контрмоделей. Теорема повноти. Приклади побудови виведень в цих численнях.

Завдання для самостійної роботи (8 год.).

Секвенційні числення для формалізації відношень $P|=_{IR}$, $P|=_{T}$, $P|=_{F}$, $P|=_{TF}$, $R|=_{TF}$ в чистих першо-порядкових логіках монотонних предикатів і антитонних предикатів. Доведення теорем про контрмоделі в секвенційних численнях логік квазіарних предикатів методом модельних множин.

Рекомендована література: [4, 6, 15].

Контрольна робота № 1 (1 год.)

Типове завдання контрольної роботи № 1.

1. Основні аспекти логік, орієнтованих на дослідження програм.
2. Рівні розгляду даних.
3. Опишіть відношення логічного наслідку $P|=_{IR}$, $P|=_{T}$, $P|=_{F}$, $P|=_{TF}$, $R|=_{TF}$.
4. В секвенційному численні ЧКНЛ доведіть чи спростуйте (вказавши контрприклад):
 $\forall x(A \vee B) \rightarrow \forall x A \vee B$.
5. В секвенційному численні QSC доведіть чи спростуйте (вказавши контрприклад):
 $\Phi \rightarrow \exists x \Phi \vee R_y^x \Phi \vee R_x^y \Phi$

Контрольні запитання до змістового модуля 2.

1. Сколемівська нормальна форма
2. Ербранівський універс. Теорема Ербрана
3. Інверсна сколемізація. Дуальна форма теореми Ербрана
4. Метод спростування Ербрана
5. Уніфікатор для множини термів. Найзагальніший уніфікатор
6. Правило бінарної резолюції. Бінарна резольвента диз'юнктив
7. Правило резолюцій в загальному вигляді
8. Теорема повноти методу резолюцій
9. Гільбертівські числення ЧКНЛ повнототальних ЕП. Логічні аксіоми
10. Гільбертівські числення ЧКНЛ повнототальних ЕП. Правила виведення
11. Теорема коректності та повноти Гільбертівських числень КНЛ ПЕП
12. Секвенційні числення. Секвенції, секвенційні форми, секвенційні дерева.
13. Секвенційні числення ЧКНЛ, базові секвенційні форми.
14. Побудова секвенційного дерева в численнях ЧКНЛ
15. Теорема про контрмоделі в секвенційних численнях ЧКНЛ.
16. Теорема коректності та повноти секвенційних числень ЧКНЛ
17. Секвенційні числення ЧКНЛ для $P|=_{IR}$; базові секвенційні форми, умови замкненості секвенції, теорема про контрмоделі
18. Секвенційні числення ЧКНЛ для $R|=_{TF}$; базові секвенційні форми, умови замкненості секвенції, теорема про контрмоделі
19. Секвенційні числення ЧКНЛ для $P|=_{T}$; умови замкненості секвенції
20. Секвенційні числення ЧКНЛ для $P|=_{F}$; умови замкненості секвенції
21. Секвенційні числення ЧКНЛ для $P|=_{TF}$; умови замкненості секвенції
22. Побудова секвенційного дерева в численнях ЧКНЛ.
23. Теорема про контрмоделі в секвенційних численнях ЧКНЛ для $P|=_{T}$, $P|=_{F}$, $P|=_{TF}$
24. Теорема коректності та повноти секвенційних числень ЧКНЛ.

Змістовий модуль 3. ЛОГІКИ НАД ІЄРАРХІЧНИМИ ДАНИМИ. БАГАТОЗНАЧНІ ЛОГІКИ. МОДАЛЬНІ ТА ТЕМПОРАЛЬНІ ЛОГІКИ. МОДАЛЬНІ ЛОГІКИ КВАЗІАРНИХ ПРЕДИКАТІВ

Тема 11. Логіки над ієрархічними номінативними даними (6 год.)

Лекція 13. Логіки над ієрархічними номінативними даними (2 год.).

Ієрархічні номінативні дані. Операції над ІНД, їх властивості. Предикати над ІНД – H -квазіарні предикати. Композиції H -квазіарних предикатів. Композиції квантифікації H -квазіарних предикатів, їх особливості. Мови логік H -квазіарних предикатів, їх семантичні властивості.

Завдання для самостійної роботи (4 год.).

Властивості ієрархічних номінативних даних. Секвенційні числення логік еквітонних H -квазіарних предикатів, коректність та повнота цих числень логік.

Рекомендована література: [5].

Тема 12. 3-значні логіки Лукасевича та Кліні, 4-значна логіка Белнапа. Багатозначні логіки та 2-значні композиційно-номінативні логіки (6 год.)

Лекція 14. 3-значні логіки Лукасевича та Кліні, 4-значна логіка Белнапа. Багатозначні логіки та 2-значні композиційно-номінативні логіки (2 год.).

Багатозначні логіки. 3-значна логіка Лукасевича, сильна і слабка 3-значні логіки Кліні, 4-значна логіка Белнапа. Зв'язок логік 2-значних T -предикатів, 2-значних P -предикатів та 3-значних логік. Зв'язок логік 2-значних R -предикатів, 3-значних T -предикатів, 3-значних P -предикатів та 4-значних логік. Особлива роль сильної логіки Кліні серед 3-значних логік та логіки Белнапа серед 4-значних логік.

Завдання для самостійної роботи (4 год.).

Багатозначні логіки Поста. Нечіткі логіки. Доведення ізоморфізму композиційних алгебр: Белнапа та 2-значних R -предикатів, 3-значних T -предикатів, 3-значних P -предикатів; Кліні та 2-значних T -предикатів, 2-значних P -предикатів.

Рекомендована література: [5, 16].

Тема 13. Традиційні модальні логіки. Темпоральні логіки, їх застосування (8 год.)

Лекція 15. Традиційні модальні логіки. Темпоральні логіки, їх застосування (2 год.).

Алетичні модальні логіки; синтаксис мови, реляційна семантика; аксіоматичні системи. Темпоральні логіки; синтаксис мови, реляційна семантика, аксіоматичні системи. Різновиди темпоральних логік; лінійні ТЛ, розгалужені ТЛ. Застосування темпоральних логік. Епістемічні логіки; синтаксис мови, реляційна семантика, аксіоматичні системи; застосування цих логік.

Завдання для самостійної роботи (6 год.).

Метричні темпоральні логіки. Лінійні, розгалужені темпоральні логіки. Застосування темпоральних логік для специфікації та верифікації програм. Застосування епістемічних логік в інформаційних та експертних системах, базах даних і базах знань з неповною інформацією.

Рекомендована література: [4, 5, 10, 17–21].

Тема 14. Композиційно-номінативні модальні логіки квазіарних предикатів (12 год.)

Лекція 16. Транзиційні модальні системи, їх різновиди (2 год.).

Композиційно-номінативні модальні логіки часткових квазіарних предикатів. Композиційно-номінативні модальні системи. Транзиційні модальні системи. Властивості першопорядкових ТМС. Різновиди ТМС: загальні, темпоральні, мультимодальні; ТМС епістемічного типу. ТМС еквітонних предикатів; ТМС із сильною та ТМС із загальною умовою визначеності на станах.

Лекція 17. Семантичні властивості транзиційних модальних логік (2 год.).

Особливості взаємодії модальних композицій із реномінаціями та кванторами для ТМЛ та для ТМЛ ЕП. Відношення логічного наслідку для множин специфікованих станами формул. Елімінація кванторів. Властивості елімінації модальностей для різних типів відношень досяжності.

Завдання для самостійної роботи (8 год.).

ТМС еквітонних предикатів; ТМС ЕП із сильною та ТМС ЕП із загальною умовою визначеності на станах. Особливості ТМЛ немонотонних предикатів. Властивості відношень логічного наслідку для множин специфікованих станами формул.

Рекомендована література: [5, 7, 13, 14].

Тема 15. Секвенційні числення модальних логік квазіарних предикатів (6 год.)

Лекція 18. Секвенційні числення модальних логік квазіарних предикатів. (2 год.).

Секвенційні числення першопорядкових модальних логік часткових квазіарних предикатів. Умови замкненості секвенції, базові секвенційні форми. Форми елімінації модальностей, їх різновиди для різних типів відношень досяжності. Побудова секвенційного дерева. Теорема про контрмоделі для секвенційних числень ТМЛ. Теорема коректності та повноти.

Завдання для самостійної роботи (4 год.).

Теорема коректності та повноти секвенційних числень першопорядкових ТМЛ квазіарних предикатів. Теорема про контрмоделі, її доведення методом систем модельних множин.

Рекомендована література: [7, 13, 14].

Тема 16. Логіка та побудова програмних систем (7 год.)

Лекція 19. Логіка та побудова програмних систем (2 год.).

Роль логіки у побудові надійних програмних систем. Програмна логіка Хоара, її застосування для верифікації програм. Програмні логіки Z та B . Застосування темпоральних логік для специфікації та верифікації програм. Метод Model Checking. Напрямки та перспективи логічних досліджень в інформатиці та програмуванні.

Завдання для самостійної роботи (5 год.).

Застосування логік у побудові інформаційних та програмних систем. Застосування програмної логіки Хоара для верифікації програм. Програмна логіка Z , її застосування; програмна логіка B , її застосування. Метод Model Checking. Метод TLA; верифікація програмних систем в TLA. Напрямки та перспективи логічних досліджень в інформатиці та програмуванні.

Рекомендована література: [2, 5, 10, 17–21].

Контрольна робота № 2 (1 год.)

Типове завдання контрольної роботи № 2.

1. Опишіть операції над ієрархічними номінативними даними.
2. Темпоральні мультимодальні, епістемічні, загальні ТМС.
3. Опишіть взаємодію модальних композицій із кванторами в ТМЛ немонотонних предикатів
4. В секвенційному численні для T -ТМС доведіть чи спростуйте (вказавши контрприклад):

$$\models \Box A \rightarrow \Box \Box A$$

Колоквіум (1 год.)

Контрольні запитання до змістового модуля 3.

01. Ієрархічні номінативні дані.
02. Форми подання ІНД.
03. Операції над ІНД.
04. Операція реномінації ІНД.
05. H -квазіарні предикати
06. Композиції H -квазіарних предикатів
07. Особливості композицій квантифікації H -квазіарних предикатів
08. Мова логіки H -квазіарних предикатів
09. Семантичні властивості H -квазіарних предикатів
10. 3-значна логіка Лукасевича

11. Сильна та слабка 3-значні логіки Кліні
12. 4-значна логіка Белнапа
13. Зв'язок логік 2-значних T -предикатів, 2-значних P -предикатів та 3-значних логік
14. Зв'язок логік 2-значних R -предикатів та 4-значних логік
15. Зв'язок логік, 3-значних T -предикатів, 3-значних P -предикатів та 4-значних логік.
16. Алетичні модальні логіки. Базові модальні оператори. Синтаксис мови.
17. Реляційна семантика алетичних модальних логік.
18. Системи $T, B, S4, S5$ алетичних модальних логік.
19. Темпоральні логіки. Базові модальні оператори. Синтаксис мови.
20. Реляційна семантика темпоральних логік.
21. Різновиди темпоральних логік.
22. Епістемічні логіки знання з n експертами.
23. Реляційна семантика епістемічних логік.
24. Композиційно-номінативні модальні логіки.
25. Транзиційні модальні системи (ТМС).
26. Мультимодальні ТМС (ММС).
27. Темпоральні ТМС.
28. ММС епістемічного типу
29. Загальні ТМС.
30. Взаємодія модальних композицій ТМЛ із реномінаціями
31. Взаємодія модальних композицій ТМЛ ЕП із кванторами
32. Взаємодія модальних композицій ТМЛ немонотонних предикатів із кванторами
33. Відношення логічного наслідку для множин специфікованих станами формул в ТМЛ ЕП
34. Відношення логічного наслідку для множин специфікованих станами формул в ТМЛ
35. Секвенційні числення ТМЛ. Базові секвенційні форми
36. Форми елімінації модальностей для різних відношень досяжності.
37. Побудова секвенційного дерева.
38. Теорема про контрмоделі для секвенційних числень ТМЛ.
39. Метод систем модельних множин.
40. Теореми коректності та повноти секвенційних числень ТМЛ.

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.

Питання до іспиту

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. Інтенціональні аспекти понять математичної логіки. Класова та індивідуальна надабстрактні логіки, абстрактна логіка моделей світів. Композиційно-номінативні логіки (КНЛ).
6. Розвиток понять даного, функції. Рівні розгляду даних. Рівні розгляду функції. Композиції, їх роль у логіці й програмуванні.
7. Побудова логік на основі композиційно-номінативного підходу. Спектр композиційно-номінативних логік.
8. Різновиди КНЛ за обмеженнями на клас предикатів.
9. Іменні множини. Операції над ІМ. Квазіарні функції, предикати.
10. Різновиди квазіарних предикатів. Дуальні предикати. Монотонні, еквітонні, антитонні предикати.
11. Предикатні композиційні системи. Пропозиційні композиції.
12. Композиції КНЛ реномінативних рівнів. Реномінації. Спеціальні предикати слабкої та строгої рівності.
13. Композиції КНЛ безкванторно-функціональних рівнів. Суперпозиції. Композиції слабкої та строгої рівності.
14. Композиції першопорядкових КНЛ. Квантори, їх властивості.
15. Чисті першопорядкові композиційні алгебри, їх різновиди.
16. Особливості квазіарних предикатів.
17. Реномінативні логіки, їх мови. Нормальні форми; субтавтології. Реномінативні числення.
18. Реномінативні логіки з предикатами рівності, їх мови.
19. Логіки безкванторно-функціональних рівнів, їх мови.
20. Чисті першопорядкові неокласичні КНЛ еквітонних предикатів (ЧНКЛ).
21. Відношення неспростовнісного логічного наслідку для множин формул ЧНКЛ.
22. Першопорядкові НКЛ функціонально-екваційного рівня.
23. Гільбертівські числення першопорядкових НКЛ повнототальних ЕП. Теореми коректності та повноти.
24. Секвенційні числення першопорядкових НКЛ ЕП. Теорема про контрмоделі. Теореми коректності та повноти.
25. Сколемівська нормальна форма. Ербранівський універс. Теорема Ербрана.
26. Пошук доведень. Метод резолюцій логік 1-го порядку. Найзагальніший уніфікатор. Правило резолюцій.
27. Чисті першопорядкові КНЛ (ЧКНЛ), класи їх інтерпретацій (семантики). R -, P -, T -, TR -семантики. Дуальні інтерпретації, дуальні семантики.
28. Відношення логічного наслідку $P|_{=IR}, P|_{=T}, P|_{=F}, P|_{=TF}, R|_{=TF}$. Відношення логічної еквівалентності.
29. Особливості відношень $P|_{=IR}, P|_{=T}, P|_{=F}, P|_{=TF}, R|_{=TF}$, співвідношення між ними.
30. Семантичні властивості ЧКНЛ. Нормальні форми.
31. Відношення логічного наслідку в логіках монотонних та логіках антитонних предикатів.
32. Відношення логічного наслідку для множин формул ЧКНЛ.
33. Предикати-індикатори наявності значення для предметних імен. Властивості елімінації кванторів.
34. Секвенційні числення ЧКНЛ для відношення $P|_{=IR}$. Базові секвенційні форми, умови замкненості секвенції.
35. Секвенційні числення ЧКНЛ для $P|_{=T}, P|_{=F}, P|_{=TF}, R|_{=TF}$. Базові секвенційні форми, умови замкненості секвенції.
36. Теореми про побудову контрмоделей для секвенційних числень ЧКНЛ. Теореми коректності та повноти.
37. Ієрархічні номінативні дані, форми їх подання. Операції над ІНД. Операція реномінації, її стандартна форма.
38. Предикати над ієрархічними номінативними даними (H -квазіарні предикати), їх композиції.
39. Композиції квантифікації H -квазіарних предикатів, їх особливості.
40. Семантичні моделі та мови логік еквітонних H -квазіарних предикатів. Секвенційні числення.
41. Багатозначні логіки. 3-значна логіка Лукасевича, сильна та слабка 3-значні логіки Кліні.
42. Багатозначні логіки Поста. 4-значна логіка Белнапа.
43. Зв'язок логік 2-значних T -предикатів, 2-значних P -предикатів та 3-значних логік. Ізоморфізм відповідних предикатних алгебр. Особлива роль сильної логіки Кліні серед 3-значних логік.
44. 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.
45. Алетичні модальні логіки. Синтаксис мови, реляційна семантика. Системи $T, B, S4, S5$.
46. Темпоральні логіки. Синтаксис мови, реляційна семантика. Аксиоматичні системи.
47. Різновиди темпоральних логік. Застосування темпоральних логік.
48. Епістемічні логіки. Синтаксис мови, реляційна семантика, аксіоматичні системи. Застосування епістемічних логік.
49. Композиційно-номінативні модальні логіки. КНМС. Транзиційні модальні системи.
50. Різновиди ТМС. Загальні, темпоральні, мультимодальні ТМС. ММС епістемічного типу.
51. Взаємодія модальних композицій ТМС із реномінаціями та кванторами для ТМЛ та для ТМЛ ЕП.
52. Відношення логічного наслідку для множин специфікованих станами формул ТМЛ.
53. Властивості елімінації модальностей для різних типів відношень досяжності.
54. Секвенційні числення ТМЛ. Умови замкненості секвенцій, базові секвенційні форми.
55. Секвенційні форми елімінації модальностей для різних типів відношень досяжності.
56. Теорема про контрмоделі для секвенційних числень ТМЛ. Теореми коректності та повноти.
57. Роль логіки у побудові надійних програмних систем. Напрямки та перспективи логічних досліджень в інформатиці та програмуванні.

Рекомендована література

Основна

1. Клини С. Математическая логика. – М.: Наука, 1973.
2. Лавров С. Программирование. Математические основы, средства, теория.– СПб, 2001.
3. Непейвода Н.Н. Прикладная логика. – Новосибирск, 2000.
4. Нікітченко М.С., Шкільняк С.С. Математична логіка та теорія алгоритмів. – К., 2008.
5. Нікітченко М.С., Шкільняк С.С. Прикладна логіка. – К., 2013.
6. Нікітченко М.С., Шкільняк О.С., Шкільняк С.С. Чисті першопорядкові логіки квазіарних предикатів // Проблеми програмування. – 2016. – № 2–3.
7. Шкільняк О.С. Модальні логіки немонотонних часткових предикатів // Вісник Київського ун-ту. Серія: фіз.-мат. науки. – 2015. – Вип. 3.
8. Шкільняк О.С. Відношення логічного наслідку в логіках монотонних предикатів та логіках антитонних предикатів // Проблеми програмування. – 2017. – № 1.
9. Шкільняк С.С., Волковицький Д.Б. Композиційно-номінативні логіки безкванторних рівнів // Проблеми програмування. – 2016. – № 2–3.

Додаткова

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