

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 ДИСЦИПЛІНИ<sup>1</sup>  
**ПРИКЛАДНІ ТА КОМПОЗИЦІЙНІ ЛОГІКИ**  
для студентів заочної форми навчання

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

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

КИЇВ – 2017

---

<sup>1</sup> 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 – 12 с.

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

Робоча програма дисципліни «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 комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол №\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 року

Голова науково-методичної комісії

Хусаїнов Д.Я.

\_\_\_\_\_  
(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 року

## 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 **4** семестрі **2** курсу магістратури (заочна форма навчання) в обсязі **120** годин (**4 кредити ECTS<sup>2</sup>**), зокрема: *лекції – 7 год., консультації – 1 год., самостійна робота – 112 год.* У курсі **1** *контрольна робота* та *1 реферат*.

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".

---

<sup>2</sup> 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 входить тема 1, у змістовий модуль 2 – тема 2, у змістовий модуль 3 – теми 3 та 4.

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

Оцінювання за формами контролю<sup>3</sup>:

|                   | Змістові модулі 1 та 2 |               | Змістовий модуль 3 |                |
|-------------------|------------------------|---------------|--------------------|----------------|
|                   | Min – 14 балів         | Max – 35 бали | Min – 10 балів     | Max – 25 балів |
| Контрольна робота | 14                     | 30            |                    |                |
| Реферат           |                        |               | 10                 | 20             |
| Активна робота    | 0                      | 5             | 0                  | 5              |

Студенти, які набрали меншу за мінімальну кількість балів для контрольної роботи, для допуску до іспиту зобов'язані її перескласти.

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

Студент має право на одне перескладання контрольної роботи із можливістю отримання максимально 25 балів.

Термін перескладання визначається викладачем.

У підсумку отримуємо:

|                 | Змістові модулі 1 та 2 | Змістовий модуль 3 | Іспит     | Підсумкова оцінка |
|-----------------|------------------------|--------------------|-----------|-------------------|
| <i>Мінімум</i>  | 14                     | 10                 | 20        | 60                |
| <b>Максимум</b> | <b>35</b>              | <b>25</b>          | <b>40</b> | <b>100</b>        |

**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                 |                        |              |

<sup>3</sup> 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. ЛОГІКИ КВАЗІАРНИХ ПРЕДИКАТІВ

Тема 1. Проблема програмно-орієнтованої перебудови логіки. Композиційно-номінативні логіки квазіарних предикатів (37 год.).

Основні принципи побудови класичної логіки. Семантика Тарського. Обмеженість класичної логіки предикатів. Проблема програмно-орієнтованої перебудови класичної логіки. Основні аспекти логік, орієнтованих на дослідження програм. Принципи композиційно-номінативного підходу, побудова логік на його основі. Спектр композиційно-номінативних логік. Різновиди квазіарних предикатів. Логіки часткових та неоднозначних предикатів; семантики  $R$ ,  $P$ ,  $T$ ,  $TS$ . Композиції пропозиційного та номінативних рівнів. Композиційні алгебри квазіарних предикатів. Чисті першопорядкові логіки квазіарних предикатів, їх мови. Відношення логічного наслідку  $P|_{=IR}$ ,  $P|_{=T}$ ,  $P|_{=F}$ ,  $P|_{=TF}$ ,  $R|_{=TF}$ ; властивості цих відношень, співвідношення між ними.

## Змістовий модуль 2. ПОШУК ДОВЕДЕНЬ. СЕКВЕНЦІЙНІ ЧИСЛЕННЯ

Тема 2. Пошук доведень. Метод резолюцій. Секвенційні числення першопорядкових логік квазіарних предикатів (27 год.).

Пошук доведень. Метод резолюцій логіки 1-го порядку. Секвенційні числення для формалізації відношень  $P|_{=IR}$ ,  $P|_{=T}$ ,  $P|_{=F}$ ,  $P|_{=TF}$ ,  $R|_{=TF}$  в чистих першопорядкових логіках квазіарних предикатів. Побудова секвенційного дерева, теореми коректності. Теореми про побудову контрмоделей, теореми повноти. Приклади побудови виведень в секвенційних численнях.

## Змістовий модуль 3. НЕТРАДИЦІЙНІ ЛОГІКИ. МОДАЛЬНІ ЛОГІКИ

Тема 3. Логіки над ієрархічними номінативними даними. Багатозначні логіки. Модальні та темпоральні логіки (27 год.).

Ієрархічні номінативні дані.  $H$ -квазіарні предикати, їх композиції. Семантичні моделі та мови логік еквітонних  $H$ -квазіарних предикатів. Багатозначні логіки. 3-значна логіка Лукасевича, сильна та слабка 3-значні логіки Кліні, 4-значна логіка Белнапа. Модальні логіки, їх різновиди; реляційна семантика цих логік. Епістемічні логіки їх застосування. Темпоральні логіки, їх різновиди. Застосування темпоральних логік.

Тема 4. Композиційно-номінативні модальні логіки часткових предикатів  
Застосування логіки при побудові програмних систем (16 год.).

Композиційно-номінативні модальні логіки часткових квазіарних предикатів. Транзиційні модальні системи, їх різновиди. Загальні, темпоральні, мультимодальні ТМС. Секвенційні числення першопорядкових модальних логік часткових предикатів. Застосування логіки при побудові надійних програмних систем. Програмна логіка Хоара, програмні логіки  $Z$  та  $B$ , їх застосування для специфікації та верифікації програм. Метод Model Checking.

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ

| № лекції   | Назва теми   | Кількість годин |          |            |
|--|--|-----------------|----------|------------|
|  |  | Лекції          | Консульт | Сам. р-та  |
| <b>Змістовний модуль 1. Логіки квазіарних предикатів</b>         |  |                 |          |            |
| 1  | <b>Тема 1.</b> Проблема програмно-орієнтованої перебудови логіки. Композиційно-номінативні логіки квазіарних предикатів.         | 2               |          | 35         |
| <b>Змістовний модуль 2. Пошук доведень. Секвенційні числення</b> |  |                 |          |            |
| 2  | <b>Тема 2.</b> Пошук доведень. Метод резолюцій. Секвенційні числення першопорядкових логік часткових квазіарних предикатів       | 2               |          | 25         |
|  | Контрольна робота  |                 |          | 2          |
| <b>Змістовний модуль 3. Нетрадиційні логіки. Модальні логіки</b> |  |                 |          |            |
| 3  | <b>Тема 3.</b> Логіки над ієрархічними номінативними даними. Багатозначні логіки. Модальні та темпоральні логіки                 | 2               |          | 25         |
| 4  | <b>Тема 4.</b> Композиційно-номінативні модальні логіки часткових предикатів. Застосування логіки при побудові програмних систем | 1               |          | 15         |
|  | Написання реферата   |                 |          | 10         |
|  | Консультації   |                 | 1        |            |
|  | <b>ВСЬОГО</b>  | <b>7</b>        | <b>1</b> | <b>112</b> |

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

Лекцій – **7** год. Консультації – **1** год. Самостійна робота – **112** год.

## Змістовий модуль 1. ЛОГІКИ КВАЗІАРНИХ ПРЕДИКАТІВ

Тема 1. Проблема програмно-орієнтованої перебудови логіки. Композиційно-номінативні логіки квазіарних предикатів (37 год.).

**Лекція 1.** Проблема програмно-орієнтованої перебудови логіки. Композиційно-номінативні логіки квазіарних предикатів (2 год.).

Проблема програмно-орієнтованої перебудови класичної логіки. Основні аспекти логік, орієнтованих на дослідження програм. Принципи композиційно-номінативного підходу, побудова логік на його основі. Спектр композиційно-номінативних логік. Різновиди квазіарних предикатів. Логіки часткових та неоднозначних предикатів; семантики  $R, P, T, TS$ . Композиції пропозиційного та номінативних рівнів. Композиційні алгебри квазіарних предикатів. Чисті першопорядкові логіки квазіарних предикатів, їх мови. Відношення логічного наслідку  $P|_{=IR}, P|_{=T}, P|_{=F}, P|_{=TF}, R|_{=TF}$ ; властивості цих відношень, співвідношення між ними.

**Завдання для самостійної роботи** (35 год.).

Основні принципи побудови класичної логіки. Семантика Тарського. Обмеженість класичної логіки предикатів. Розвиток понять даного та функції. Рівні розгляду даних. Квазіарні функції та предикати, їх композиції. Властивості композиційних алгебр квазіарних предикатів пропозиційного, реномінативного, першопорядкових рівнів. Реномінативні логіки, безкванторно-функціональні логіки. Логіки еквітонних предикатів. Нормальні форми в логіках квазіарних предикатів. Відношення логічного наслідку для множин формул. Властивості елімінації кванторів.

**Рекомендована література:** [1,3–6,8,11,14].

### Контрольні запитання до змістового модуля 1.

1. Поняття висловлення, предиката. Логічні системи.
2. Поняття композиції. Приклади композицій.
3. Поняття числення. Поняття формальної системи, теореми, виведення.
4. Основні принципи побудови класичної логіки.
5. Семантика Тарського.
6. Обмеженість класичної логіки предикатів.
7. Проблема програмно-орієнтованої перебудови класичної логіки.
8. Основні аспекти логік, орієнтованих на дослідження програм
9. Рівні розгляду даних
10. Рівні розгляду функції
11. Композиції, роль композицій у логіці
12. Принципи композиційно-номінативного підходу
13. Побудова логік на основі композиційно-номінативного підходу
14. Спектр композиційно-номінативних логік
15. Визначення логічних зв'язок, їх основні властивості
16. Визначення іменної множини.
17. Визначення квазіарної функції, квазіарного предиката.
18. Визначення еквітонної (монотонної) функції
19. Визначення еквітонного (монотонного), антитонного предиката.
20. Визначення повнототальної функції, предиката.
21. Визначення неістотного предметного імені для функції, предиката.
22. Визначення композицій реномінації та суперпозиції, їх властивості.
23. Визначення композицій квантифікації  $\exists x$  та  $\forall x$ , їх властивості
24. Предикати слабкої рівності та строгої рівності, їх властивості.
25. Композиції слабкої та строгої рівності, їх властивості
26. Чисті першопорядкові логіки квазіарних предикатів, їх моделі та мови.
27. Неістотність предметних імен. Сигнатура синтетичної неістотності
28. Нормальні форми.
29. Відношення логічного наслідку для множин формул чистих першопорядкових КНЛ.
30. Різновиди квазіарних предикатів.

31. Монотонні предикати, антитонні предикати
32. Дуальні предикати
33. Дуальні моделі мови
34. Що таке семантики  $R, P, T, TS$  ?
35. Відношення логічного наслідку  $P|=_{IR}, P|=_{T}, P|=_{F}, P|=_{TF}, R|=_{TF}$
36. Відношення логічної еквівалентності  $P\sim_{IR}, P\sim_{T}, P\sim_{F}, P\sim_{TF}, R\sim_{TF}$
37. Співвідношення між різними відношеннями логічного наслідку
38. Відношення логічного наслідку для множин формул
39. Предикати-індикатори наявності значення для предметних змінних
40. Властивості елімінації кванторів.

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

Тема 2. Пошук доведень. Метод резолюцій. Секвенційні числення першопорядкових логік квазіарних предикатів (27 год.).

**Лекція 9.** Пошук доведень. Метод резолюцій Секвенційні числення першопорядкових логік квазіарних предикатів (2 год.).

Пошук доведень. Метод резолюцій логіки 1-го порядку. Секвенційні числення для формалізації відношень  $P|=_{IR}, P|=_{T}, P|=_{F}, P|=_{TF}, R|=_{TF}$  в чистих першопорядкових логіках квазіарних предикатів. Побудова секвенційного дерева, теореми коректності. Теореми про контрмоделі, теореми повноти. Приклади побудови виведень в цих численнях.

**Завдання для самостійної роботи** (25 год.)

Теорема Ербрана; метод спростування Ербрана. Найзагальніший уніфікатор, алгоритм його пошуку Стратегії підвищення ефективності методу резолюцій. Секвенційні числення для відношень  $P|=_{IR}, P|=_{T}, P|=_{F}, P|=_{TF}, R|=_{TF}$  в чистих першопорядкових логіках квазіарних предикатів; базові секвенційні форми, умови замкненості секвенції. Теореми про контрмоделі, їх доведення методом модельних множин.

**Рекомендована література:** [4–6,10,14].

### **Контрольні запитання до змістового модуля 2.**

1. Сколемівська нормальна форма
2. Ербранівський універс. Теорема Ербрана
3. Метод спростування Ербрана
4. Уніфікатор для множини термів. Найзагальніший уніфікатор
5. Правило бінарної резолюції. Бінарна резольвента диз'юнктив
6. Секвенційні числення. Секвенції, секвенційні форми, секвенційні дерева.
7. Секвенційні числення чистих першопорядкових КНЛ ЕП, базові секвенційні форми.
8. Побудова секвенційного дерева в численнях першопорядкових КНЛ ЕП
9. Чисті першопорядкові секвенційні числення для  $P|=_{IR}$ ; базові секвенційні форми, умови замкненості секвенції, теорема про контрмоделі
10. Чисті першопорядкові секвенційні числення для  $R|=_{TF}$ ; базові секвенційні форми, умови замкненості секвенції, теорема про контрмоделі
11. Чисті першопорядкові секвенційні числення для  $P|=_{T}$ ; умови замкненості секвенції
12. Чисті першопорядкові секвенційні числення для  $P|=_{F}$ ; умови замкненості секвенції
13. Чисті першопорядкові секвенційні числення для  $P|=_{TF}$ ; умови замкненості секвенції
14. Побудова секвенційного дерева в численнях першопорядкових КНЛ немонотонних предикатів
15. Теореми про контрмоделі в секвенційних численнях для  $P|=_{T}, P|=_{F}, P|=_{TF}$
16. Теореми коректності та повноти секвенційних числень КНЛ.

**Контрольна робота** (2 год.)



### Типове завдання контрольної роботи

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

## Змістовий модуль 3. НЕТРАДИЦІЙНІ ЛОГІКИ. МОДАЛЬНІ ЛОГІКИ

Тема 3. Логіки над ієрархічними номінативними даними. Багатозначні логіки. Модальні та темпоральні логіки (27 год.).

**Лекція 3.** Логіки над ієрархічними номінативними даними. Багатозначні логіки. Традиційні модальні та темпоральні логіки (2 год.).

Ієрархічні номінативні дані.  $H$ -квазіарні предикати, їх композиції. Семантичні моделі та мови логік  $H$ -квазіарних предикатів. Багатозначні логіки. 3-значна логіка Лукасевича, сильна та слабка 3-значні логіки Кліні, 4-значна логіка Белнапа. Модальні логіки, їх різновиди; реляційна семантика цих логік. Темпоральні логіки, їх різновиди. Застосування темпоральних логік.

**Завдання для самостійної роботи** (25 год.).

Властивості ієрархічних номінативних даних. Операція реномінації ІНД. Секвенційні числення реномінативних логік еквітонних  $H$ -квазіарних предикатів. Багатозначні логіки Поста. Нечіткі логіки. Зв'язок логік часткових однозначних 2-предикатів та 3-значних логік. Зв'язок логік часткових неоднозначних 2-предикатів, часткових однозначних 3-предикатів та 4-значних логік. Метричні, лінійні, розгалужені темпоральні логіки. Застосування темпоральних логік для специфікації та верифікації програм. Епістемічні логіки, їх застосування в інформаційних та експертних системах, базах даних і базах знань з неповною інформацією

**Рекомендована література:** [4, 5, 9, 15–20].

Тема 4. Композиційно-номінативні модальні логіки часткових предикатів  
Застосування логіки при побудові програмних систем (16 год.).

**Лекція 4.** Композиційно-номінативні модальні логіки часткових предикатів Застосування логіки при побудові програмних систем (1 год.).

Композиційно-номінативні модальні логіки часткових квазіарних предикатів. Транзиційні модальні системи, їх різновиди. Загальні, темпоральні, мультимодальні ТМС, ТМС епістемічного типу. Взаємодія модальних композицій ТМС із реномінаціями та кванторами. Відношення логічного наслідку для множин специфікованих станами формул. Секвенційні числення першопорядкових модальних логік часткових предикатів. Застосування логіки при побудові надійних програмних систем.

**Завдання для самостійної роботи** (15 год.).

Властивості відношень логічного наслідку для множин специфікованих станами формул. Секвенційні числення чистих першопорядкових ТМЛ, базові секвенційні форми, умови замкненості секвенції. Форми елімінації модальностей, їх різновиди для різних для різних відношень досяжності. Побудова секвенційного дерева. Теореми коректності та повноти. Доведення повноти методом систем модельних множин. Програмна логіка Хоара, програмні логіки  $Z$  та  $B$ , їх застосування. Метод Model Checking. Метод TLA. Перспективи логічних досліджень в інформатиці та програмуванні.

**Рекомендована література:** [2,5,7,9,12,13,16–20].

### Контрольні запитання до змістового модуля 3.

01. Ієрархічні номінативні дані
02. Операції над ієрархічними даними, їх властивості
03.  $H$ -квазіарні предикати
04. Композиції  $H$ -квазіарних предикатів
05. Семантичні моделі та мови логік еквітонних  $H$ -квазіарних предикатів
06. Семантичні властивості логік  $H$ -квазіарних предикатів
07. 3-значна логіка Лукасевича
08. Сильна та слабка 3-значні логіки Кліні
09. 4-значна логіка Белнапа
10. Зв'язок логік часткових однозначних 2-предикатів та тризначних логік
11. Зв'язок логік часткових неоднозначних 2-предикатів, часткових однозначних 3-предикатів та чотиризначних логік
12. Алетичні модальні логіки. Базові модальні оператори. Синтаксис мови
13. Реляційна семантика алетичних модальних логік
14. Темпоральні логіки. Базові модальні оператори. Синтаксис мови
15. Реляційна семантика темпоральних логік
16. Різновиди темпоральних логік.
17. Епістемічні логіки знання з  $n$  експертами.
18. Реляційна семантика епістемічних логік.
19. Композиційно-номінативні модальні логіки
20. Транзиційні модальні системи (ТМС).
21. Мультимодальні ТМС (ММС).
22. Темпоральні ТМС.
23. ММС епістемічного типу
24. Загальні ТМС.
25. Взаємодія модальних композицій ТМЛ із реномінаціями
26. Взаємодія модальних композицій ТМЛ із кванторами
27. Взаємодія модальних композицій ТМЛ ЕП із кванторами
28. Відношення логічного наслідку для множин специфікованих станами формул в ТМЛ
29. Секвенційні числення ТМЛ. Умови замкненості секвенцій, базові секвенційні форми
30. Форми елімінації модальностей для різних відношень досяжності.
31. Побудова секвенційного дерева
32. 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. Предмет композиційної логіки. Предикати, композиції над предикатами. Числення. Логічні системи.
2. Принципи побудови класичної логіки. Семантика Тарського. Обмеженість класичної логіки предикатів.
3. Проблема програмно-орієнтованої перебудови логіки. Основні аспекти логік, орієнтованих на дослідження програм.
4. Розвиток понять даного та функції. Рівні розгляду даних. Композиції, їх роль у логіці й програмуванні.
5. Принципи композиційно-номінативного підходу. Побудова логік на його основі. Спектр композиційно-номінативних логік (КНЛ).
6. Іменні множини. Операції над ІМ. Квазіарні функції, предикати.
7. Пропозиційні композиції. Реномінації. Спеціальні предикати слабкої та строгої рівності.
8. Суперпозиції. Композиції слабкої та строгої рівності.
9. Квантори, їх властивості.
10. Чисті першопорядкові композиційні алгебри, їх різновиди. Властивості та особливості квазіарних предикатів.
11. Чисті першопорядкові КНЛ (ЧКНЛ); їх моделі та мови, семантичні властивості. Нормальні форми.
12. Класи інтерпретацій (семантики).  $R$ -,  $P$ -,  $T$ -,  $TR$ -семантики. Дуальні інтерпретації, дуальні семантики.
13. Відношення логічного наслідку  $P|_{=IR}$ ,  $P|_{=T}$ ,  $P|_{=F}$ ,  $P|_{=TF}$ ,  $R|_{=TF}$ . Відношення логічної еквівалентності.
14. Особливості відношень  $P|_{=IR}$ ,  $P|_{=T}$ ,  $P|_{=F}$ ,  $P|_{=TF}$ ,  $R|_{=TF}$ , співвідношення між ними.
15. Відношення логічного наслідку для множин формул ЧКНЛ. Властивості елімінації кванторів.
16. Сколемівська нормальна форма. Ербранівський універс. Теорема Ербрана.
17. Пошук доведень. Метод резолюцій. Найзагальніший уніфікатор. Правило резолюцій.
18. Секвенційні числення першопорядкових НКЛ ЕП. Коректність та повнота цих числень. Теорема про контрмоделі.
19. Секвенційні числення ЧКНЛ для відношень  $P|_{=IR}$ ,  $P|_{=T}$ ,  $P|_{=F}$ ,  $P|_{=TF}$ ,  $R|_{=TF}$ . Базові секвенційні форми, умови замкненості секвенції.
20. Теореми про побудову контрмоделей для секвенційних числень ЧКНЛ для відношень  $P|_{=IR}$ ,  $P|_{=T}$ ,  $P|_{=F}$ ,  $P|_{=TF}$ ,  $R|_{=TF}$ . Теореми коректності та повноти.
21. Ієрархічні номінативні дані, операції над ними. Властивості ієрархічних номінативних даних.  $H$ -квазіарні предикати. Композиції  $H$ -квазіарних предикатів. Композиції квантифікації, їх особливості.
22. Семантичні моделі та мови логік еквітонних  $H$ -квазіарних предикатів.
23. Багатозначні логіки. 3-значна логіка Лукасевича, сильна та слабка 3-значні логіки Кліні, 4-значна логіка Белнапа.
24. Зв'язок логік часткових однозначних предикатів та 3-значних логік, логік часткових неоднозначних предикатів та 4-значних логік.
25. Алетичні модальні логіки. Синтаксис мови, реляційна семантика.
26. Епістемічні логіки. Синтаксис мови, реляційна семантика. Застосування цих логік.
27. Темпоральні модальні логіки. Системи темпоральної логіки.
28. Різновиди темпоральних логік. Застосування темпоральних логік для специфікації та верифікації програм.
29. Композиційно-номінативні модальні логіки. КНМС. Транзиційні модальні системи.
30. Різновиди ТМС. Загальні, темпоральні, мультимодальні, епістемічні ТМС.
31. Взаємодія модальних композицій ТМС із реномінаціями та кванторами.
32. Відношення логічного наслідку для множин специфікованих станами формул ТМЛ.
33. Секвенційні числення ТМЛ. Умови замкненості секвенцій, базові секвенційні форми. Секвенційні форми елімінації модальностей для різних типів відношень досяжності.
34. Теорема про контрмоделі для секвенційних числень ТМЛ. Теореми коректності та повноти.
35. 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 С.С., Волковицький Д.Б. Композиційно-номінативні логіки безкванторних рівнів // Проблеми програмування. – 2016. – № 2–3.

### Додаткова

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