

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

МАТЕМАТИЧНА ЛОГІКА ТА ТЕОРІЯ АЛГОРИТМІВ

для студентів

галузь знань	<b>03 «Гуманітарні науки»</b> <i>(шифр і назва)</i>
спеціальність	<b>035 «Філологія» (035.10 «Прикладна лінгвістика»)</b> <i>(шифр і назва спеціальності)</i>
освітній рівень	<b>бакалавр</b> <i>(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)</i>
освітня програма	<b>«Прикладна (комп'ютерна) лінгвістика та англійська мова»</b> <i>(назва освітньої програми)</i>
вид дисципліни	<b>обов'язкова</b>

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2018/2019</b>
Семестр	<b>3</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>3</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>екзамен</b>

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

**к. п.н., асистент Русіна Н.Г.** (практичні заняття)

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

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

**КИЇВ – 2018**

Розробник: Нікітченко Микола Степанович, 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)

Робоча програма дисципліни «Математична логіка та теорія алгоритмів»  
затверджена на засіданні кафедри української мови та прикладної лінгвістики інституту  
філології

Протокол № \_\_\_\_ від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Мойсієнко А.К.  
(підпис)

**1. Мета дисципліни** – засвоєння базових знань з основ математичної логіки, включаючи вивчення семантичних моделей та формальних мов логіки, їх можливостей для опису предметних областей; вивчення формально-аксіоматичних логічних систем та систем пошуку доведень, можливостей їх застосування в прикладних областях.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):**

1. Знати: базові поняття дискретної математики: основи теорії множин, теорії відношень, теорії булевих функцій.

2. Вміти: встановлювати основні теоретико-множинні співвідношення, використовувати апарат теорії булевих функцій.

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна «Математична логіка та теорія алгоритмів» є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти *галузі знань* 03 «Гуманітарні науки» зі спеціальності 035 «Філологія» (035.10 «Прикладна лінгвістика»), *освітньо-професійної програми* «Прикладна (комп'ютерна) лінгвістика та англійська мова».

Дана дисципліна є обов'язковою навчальною дисципліною за *програмою* «Прикладна (комп'ютерна) лінгвістика та англійська мова».

Викладається у 3 семестрі 2 курсу в **обсязі – 90 год.**

**2 кредити (ECTS)** зокрема: *лекції – 28 год., практичні заняття – 12 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 48 год.* У курсі передбачено 2 частини та 2 контрольні роботи. Завершується дисципліна – **екзаменом у 3 семестрі.**

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**знати:** основні поняття, засоби та методи математичної логіки та теорії алгоритмів, їх застосування в лінгвістиці; мови логіки та їх можливості для опису предметних областей; мати сучасні уявлення про основні методи пошуку доведень та засоби логічного виведення, про нетрадиційні логіки; основні формальні моделі алгоритмів та обчислюваних функцій; властивості рекурсивних та рекурсивних перелічних множин, рекурсивних та частково-рекурсивних предикатів, арифметичних множин та предикатів; мати сучасні уявлення про розв'язність, часткову розв'язність та нерозв'язність масових проблем.

**вміти:** описувати на мовах 1-го порядку твердження стосовно тих чи інших предметних областей; встановлювати істинність та виконуваність, наявність логічного наслідку; встановлювати виразність та невиразність предикатів у моделях мови; проводити виведення в численнях гільбертівського типу та в секвенційних численнях; будувати формальні моделі алгоритмів та

обчислюваних функцій, використовувати тезу Чорча; встановлювати розв'язність, часткову розв'язність та нерозв'язність масових проблем, встановлювати клас множини та предиката.

Дисципліна «Математична логіка та теорія алгоритмів» є базовою для засвоєння матеріалу нормативних дисциплін "Семантичний аналіз у комп'ютерних системах", "Бази даних і бази знань", "Основи автоматичного перекладу", "Синтаксичний аналіз у комп'ютерних системах", низки спецкурсів відповідного напрямку.

#### 4. Завдання (навчальні цілі):

1. набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математичній логіці відповідно до освітньої кваліфікації «Бакалавр філології».
2. Зокрема, розвивати:
  - здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;
  - здатність бути критичним і самокритичним;
  - здатність учитися й оволодівати сучасними знаннями;
  - здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел;
  - здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
  - навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
  - здатність проводити дослідження на належному рівні.
  - розуміння сутності й соціального значення майбутньої професії, основних проблем лінгвістичних, математичних дисциплін та дисциплін інформаційних технологій, що визначають прикладну (комп'ютерну) лінгвістику як окрему філологічну спеціалізацію у взаємозв'язку цілісної системи міждисциплінарних знань;
  - розуміння методів структурної, математичної, комп'ютерної лінгвістики і вміння їх застосовувати у традиційному лінгвістичному аналізі та в комп'ютерному моделюванні процесів аналізу і синтезу лінгвістичних об'єктів і явищ.
- 3.

#### 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
PH1.1	<i>Знати</i> основні поняття, засоби і методи математичної логіки, їх застосування в програмуванні; знати мови пропозиційної логіки та логіки 1-го порядку, їх можливості для опису предметних областей.	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Колоквіум, контрольна робота, екзамен</i>	24%
PH1.2	<i>Знати</i> основні методи пошуку доведень та засоби логічного виведення: метод резолюцій, числення гільбертівського типу.	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Колоквіум, контрольна робота, екзамен</i>	14%
PH1.3	<i>Знати</i> МНР програми та МТ, мати сучасні уявлення про їх застосування в інформатиці й програмуванні.	<i>Лекція, практичні заняття та самостійна робота</i>	<i>Колоквіум, контрольна робота, екзамен</i>	12%

PH2.1	<i>Вміти</i> описувати на формальних мовах 1-го порядку твердження стосовно тих чи інших предметних областей; встановлювати істинність пропозиційних формул, безкванторних формул, формул 1-го порядку; встановлювати наявність логічного наслідку; встановлювати виразність та невиразність предикатів у моделях мови.	<i>практичні заняття, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота, екзамен</i>	26%
PH2.2	<i>Вміти</i> проводити виведення в пропозиційних численнях та в першопорядкових численнях гільбертівського типу та генценівського типу (секвенційних численнях), резолютивні виведення.	<i>практичні заняття, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота, екзамен</i>	18%
PH3.1	<i>Обґрунтовувати</i> власний погляд на задачу та спосіб її розв'язання, спілкуватися з колегами з питань застосування апарату математичної логіки та теорії алгоритмів	<i>практичні заняття, самостійна робота</i>	<i>Поточне оцінювання</i>	6 %

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	PH 1.1	PH 1.2	PH 1.3	PH 2.1	PH 2.2	PH 3.1
<b>Програмні результати навчання</b>						
<i>(з опису освітньої програми)</i>						
1. Організувати процес свого навчання й самоосвіти.	+					
2. Ефективно працювати з інформацією: шукати і добирати для вирішення професійних завдань необхідні інформаційно-довідникові ресурси з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки, критично аналізувати, інтерпретувати, впорядковувати, класифікувати й систематизувати інформацію.		+		+		+
7. Знати норми української мови та використовувати українську мову як державну в усіх сферах суспільного життя, зокрема у професійному спілкуванні та для організації ефективної міжкультурної комунікації.						+
19. Проводити передпроектне обстеження предметної лінгвістичної галузі, системний аналіз лінгвістичного об'єкта програмного проектування.						+
<b>ПРН 21.</b> Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізів та математичного моделювання, сучасні мови програмування, для розробки програмного забезпечення.	+			+		
<b>ПРН 31.</b> Використовувати математичні методи та математичний понятійний апарат у лінгвістичних дослідженнях та у створенні лінгвістичних інформаційних технологій.	+	+	+		+	

--	--	--	--	--	--	--

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

#### - семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота (практичні завдання) 1: РН 1.1., РН 1.2 — 10 балів/6 балів.
2. Контрольна робота (практичні завдання) 2: РН1.3 - 10 балів/6 балів.
3. Індивідуальне завдання 1: РН1.1, РН 2.1, РН 2.2, РН3.1 – 8 балів/4.8 балів.
4. Індивідуальне завдання 2: РН1.1, РН 2.1, РН 2.2, РН3.1 – 8 балів/4.8 балів.
5. Лабораторна робота 1: РН1.2, РН 2.1, РН 2.2, РН3.1 – 12 балів/7.2 балів.
6. Лабораторна робота 2: РН1.3, РН 2.1, РН 2.2, РН3.1 – 12 балів/7.2 балів.

#### - підсумкове оцінювання (у формі екзамену) вказується:

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

- результати навчання які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1, РН2.2;

- форма проведення і види завдань: письмова.

Види завдань: 2 теоретичних та 2 письмових завдання.

### Критерії оцінювання на екзамені

Завдання	Тема завдання	Максимальний відсоток від 40 балів	Всього відсотків
Завдання 1,2	Теоретичне запитання	По 25%	50%
Завдання 3,4	Письмове завдання	По 25%	50%
			<b>100%</b>

### Запитання для підготовки до екзамену

1. Основні поняття математичної логіки. Висловлення, предикати. Логічні системи. Поняття числення, формальні системи.
2. Поняття алгоритму. Алгоритмічна перелічність, розв'язність. Відносні алгоритми.
3. Композиції пропозиційного рівня. Мова пропозиційної логіки.
4. Тавтології. Логічний (тавтологічний) наслідок, логічна (тавтологічна) еквівалентність. Логічний наслідок для множин формул.
5. Пропозиційне числення. Теорема тавтології. Коректність, повнота і розв'язність пропозиційного числення.
6. Поняття секвенції. Секвенційні форми, секвенційні дерева. Пропозиційне секвенційне числення, його коректність і повнота.
7. Класичні логіки 1-го порядку. Мови 1-го порядку. Терми, формули. Вільні та зв'язані змінні. Замкнені формули.
8. Інтерпретації (моделі) мов 1-го порядку. Алгебраїчні системи (АС). Виразність предикатів, множин та функцій в АС.
9. Мова арифметики. Арифметичні предикати, множини та функції. Істинні арифметичні формули.



10. Істинність та виконуваність формул. Всюди істинні формули. Тавтології. Тавтологічний, логічний та слабкий логічний наслідок, логічна еквівалентність.
11. Еквівалентні перетворення формул. Теореми еквівалентності та рівності. Пренексна форма.
12. Теорії 1-го порядку ( $Th_1$ ). Формальна арифметика  $Ar$ . Поняття моделі  $Th_1$ . Теорема істинності.
13. Теорема тавтології в  $Th_1$ . Приклади виведень в  $Th_1$ . Теорема дедукції.
14. Поняття несуперечливості та максимальності (повноти)  $Th_1$ .
15. Перелічність та розв'язність  $Th_1$ . Теорема про розв'язність.
16. Теорема Гьоделя про повноту. Теорема компактності. Теореми Льовенгейма-Сколема.
17. Категоричність теорій 1-го порядку.
18. Теореми Гьоделя про неповноту, їх значення.
19. Секвенційні числення логік 1-го порядку, їх коректність і повнота.
20. МНР, МНР-обчислюваність.
21. Машини Тьюрінга, МТ-обчислюваність.
22. Системи Поста. Обчислюваність за Постом.
23. Обчислюваність  $n$ -арних функцій на  $N$ . ПРФ, ЧРФ та РФ. Алгебри  $n$ -арних ЧРФ та ПРФ, їх ОТ.
24. Теореми про підсумовування, мультиплікацію, обмежену мінімізацію.
25. Програмовані функції. ППА.
26. Еквівалентність формальних моделей алгоритмів. Теза Чорча, її значення.
27. Кодування. Нумерації, ефективні нумерації. Універсальні класи алгоритмів.
28. Кодування та нумерації МНР-програм, МТ, операторних термів відповідних алгебр.
29. Стандартні нумерації  $n$ -арних ЧРФ та ПРФ.  $s$ - $m$ - $n$ -теорема.
30. Обчислювані нумерації. Гьодельові нумерації. Універсальні функції, їх зв'язок з нумераціями. Теореми про універсальні функції. Універсальні ЧРФ, МТ, МНР-програма.
31. ПРМ, РМ, РПМ, їх властивості. Теорема Поста. Еквівалентні визначення РПМ. Нумерації РПМ.
32. ЧРП, РП та ПРП, їх властивості.
33. Нерозв'язність проблем зупинки та самозастосовності. Наслідки.
34. Індексні множини. Теорема Райса, її значення. Теорема Райса-Шапіро.
35. Складність обчислень.
36. Арифметичність ЧРФ, РПМ та ЧРП.
37. Нетрадиційні логіки. Багатозначні логіки. 3-значні логіки Кліні. 4-значна логіка Белнапа.
38. Модальні логіки. Алетичні модальні логіки.
39. Темпоральні логіки. Епістемічні логіки.

***Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше ніж 24 балів. Студент допускається до екзамену за умови виконання 70% передбачених планом лабораторних робіт та індивідуальних завдань.***

## **7.2. Організація оцінювання:**

### **Терміни проведення форм оцінювання:**

1. Контрольна робота 1: до 6 тижня семестру.
2. Контрольна робота 2: до 12 тижня семестру.
4. Колоквіум: до 14 тижня семестру.

Студент має право на одне перескладання контрольної роботи та колоквіуму із можливістю отримання максимально таких балів:

за контрольні роботи – 8, 12 та 10 балів,

за колоквіум – 15 балів.

Термін перескладання визначається викладачем.

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

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

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

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

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

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

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Практ. заняття	Сам. р-та
<b>Частина 1. Основи математичної логіки</b>				
1.	<b>Тема 1.</b> Основні поняття логіки	2		4
2.	<b>Тема 2.</b> Пропозиційна логіка	2	2	4
3.	<b>Тема 3.</b> Семантика.	2		4
4.	<b>Тема 4.</b> Алгебри функцій та предикатів	2	1	2
5.	<b>Тема 5.</b> Логіки 1-го порядку	2		4
6.	<b>Тема 6.</b> Теорії 1-го порядку	2	1	2
7.	<b>Тема 7.</b> Числення логік 1-го порядку	2		4
8.	<b>Тема 8.</b> Секвенційні числення	2	2	2
9.	<b>Тема 9.</b> Багатозначні логіки. Нечіткі логіки. Модальні логіки	2		2
Контрольна робота № 1				2
Всього по частині 1		18	6	30
<b>Частина 2. Основи теорії алгоритмів</b>				
10.	<b>Тема 10.</b> Поняття алгоритму	2	2	4
11.	<b>Тема 11.</b> Формальні моделі алгоритмів	2		4
12.	<b>Тема 12.</b> Частково рекурсивні функції. Програмовані функції. Теза Чорча. Нумерації. Універсальні функції	2	2	4
13.	<b>Тема 13.</b> Рекурсивні та рекурсивно перелічні множини. Рекурсивні та частково рекурсивні предикати	2		2
14.	<b>Тема 14.</b> Нерозв'язність та часткова розв'язність. Теореми Райса, Райса-Шапіро	2	2	2
Контрольна робота № 2				2
Всього по частині 2		10	6	18
<b>ВСЬОГО</b>		28	12	48

Загальний обсяг – **90 год.**, у тому числі:

Лекцій – **28 год.**,

Консультації – **2 год.**

Практичних занять – **12 год.**,

Самостійна робота – **48 год.**

### Типове завдання контрольної роботи № 1

1. Доведіть без використання ТТ:  $\neg A \leftrightarrow \neg A \vee B$ .
2. Доведіть чи спростуйте в пропозиційному секвенційному численні:  
 $\neg(A \vee B) \leftrightarrow (A \vee C) \leftrightarrow (A \& B \vee C)$ .
3. Доведіть чи спростуйте методом резолюцій пропозиційної логіки:  
 $\{A \vee C, \neg D \vee B, A(\neg B)\} \models D(C)$ .
4. Вкажіть формулу  $L_{ar}$ , що виражає предикат “не існує простих чисел, кратних 4”.
5. Чи вірно: а)  $\models \exists x(P \& Q) \leftrightarrow \exists x P \& Q$ ? б)  $\models \exists x P \& Q \leftrightarrow \exists x(P \& Q)$ ? в)  $\forall x P \leftrightarrow \exists x Q \models \forall x P \leftrightarrow Q$ ?
6. Чи виразні в АС ( $\mathbb{N}; y=x+1, =$ ) предикати: а) “ $x=0$ ”? б) “ $x=1$ ”? в) “ $x=2$ ”?
7. Доведіть в ЧП 1-го порядку:  $\neg \exists x P(\exists x Q \leftrightarrow x(P(Q))$ .
8. В секвенційному численні доведіть чи спростуйте:  $\forall x(A(x) \vee B(x)) \leftrightarrow (\exists x A(x) \vee \exists x B(x))$ .

### Контрольні запитання до частини 1

1. Софізми. Парадокси.
2. Основні закони традиційної логіки.
3. Предикати, композиції над предикатами. Логічні системи. Істинний, виконуваний предикат.
4. Числення, формальні системи.
5. Мова пропозиційної логіки. Тавтології.
6. Відношення логічного наслідку, логічної еквівалентності пропозиційних формул.
7. Відношення логічного наслідку для множин ПФ.
8. Пропозиційне числення. Теорема тавтології.
9. Метод резолюцій ПЛ. Визначення резольвенти диз'юнктивів. Резолютивне виведення.
10. Секвенції. Секвенційні форми, дерева.
11. Пропозиційне секвенційне числення. Теореми коректності та повноти.
12. Алфавіт класичної мови 1-го порядку. Сигнатура мови. Визначення терма, формули.
13. Модель мови 1-го порядку. Алгебри (алгебраїчні системи) з доданою сигнатурою.
14. Зв'язане та вільне входження змінної в формулу. Замкнені терми, замкнені формули.
15. Мова арифметики. Мова теорії множин.
16. Визначення всюди істинної формули, виконуваної формули.
17. Тавтології мови 1-го порядку. Тавтологічний наслідок, тавтологічна еквівалентність.
18. Відношення логічного наслідку, логічної еквівалентності.
19. Теорема еквівалентності. Теореми рівності для термів та формул.
20. Пренексна форма. Пренексна формула. Пренексні операції. Теорема про пренексну форму.
21. Визначення предикату, множини, функції, виразних в АС.
22. Визначення арифметичного предикату, арифметичної множини, арифметичної функції.
23. Відношення логічного наслідку для множин формул.
24. Визначення теорії 1-го порядку. Множина логічних аксіом та множина правил виведення.
25. Числення предикатів 1-го порядку. Формальна арифметика.
26. Модель теорії 1-го порядку. Теорема істинності.
27. Теорема тавтології та її наслідки.
28. Теорема дедукції.
29. Визначення несуперечливої теорії 1-го порядку, повної (максимальної) теорії 1-го порядку.

30. Поняття розв'язності, перелічності теорії 1-го порядку. Теорема розв'язності.
31. 1-е та 2-е формулювання теореми Гьоделя про повноту.
32. Теореми Льовенгейма-Сколема.
33. Теорема компактності (1-е та 2-ге формулювання).
34. Категоричність теорій 1-го порядку.
35. 1-а теорема Гьоделя про неповноту.
36. 2-а теорема Гьоделя про неповноту.
37. Секвенційні числення класичних логік 1-го порядку. Базові секвенційні форми.
38. Теореми коректності та повноти для секвенційних числень 1-го порядку.

### Типове завдання контрольної роботи № 2

1. МНР-програма для функції  $f(x, y) = x+3y$
2. Машина Тьюрінга для функції  $f(x, y) = \text{sg}(x+y)$
3. Система Поста для функції  $f(x) = x^4-x$
4. ОТ алгебри EQ-ЧРФ для  $f(x, y) = [\log_x y]$
5. Чи буде РПМ множина  $\{x \mid D_x \sqsubseteq \{1, 2, 3\}\}$  ?
6. Чи буде ЧРП предикат " $E_x$  не є ПРМ" ?
7. Теза Чорча
8. Еквівалентні визначення РПМ
9. Теорема Райса
10. Синтаксис та реляційна семантика темпоральної логіки

### Контрольні запитання до частини 2

01. МНР. МНР-програми. МНР-обчислюваність.
02. Машини Тьюрінга. МТ-обчислюваність.
03. Системи Поста. Обчислюваність за Постом.
04. Комбінаторні системи, формальні граматики.
05. Обчислюваність функцій на  $N$ . Операції примітивної рекурсії та мінімізації.
06. Алгебри квазіарних та фінарних ЧРФ. Операторні терми.
07. Операції суперпозиції, примітивної рекурсії та мінімізації  $n$ -арних функцій на  $N$ .
08. Визначення ПРФ, ЧРФ та РФ.
09. Алгебри  $n$ -арних ЧРФ та ПРФ. Операторні терми.
10. Теореми про підсумовування, мультиплікацію, обмежену мінімізацію.
11. Програмовані функції. ППА.
12. Теза Чорча. Значення тези Чорча.
13. Кодування. Нумерації, ефективні нумерації.
14. Універсальні класи алгоритмів.
15. Канторові нумерації.
16. Функція Гьоделя.
17. Кодування та нумерації формул, МНР-програм, МТ, операторних термів.
18. Стандартні нумерації  $n$ -арних ЧРФ та ПРФ.
19. Обчислювані та Гьодельові нумерації.
20.  $s$ - $m$ - $n$ -теорема.
21. Універсальні функції, їх зв'язок з нумераціями.
22. Теореми про універсальні функції.
23. Універсальні ЧРФ, МТ, МНР-програма.
24. Визначення РПМ, РМ та ПРМ.
25. Теорема Поста.
26. Еквівалентні визначення РПМ.
27. Нумерації РПМ.
28. Визначення ЧРП, РП та ПРП.

29. Теорема Кліні про нормальну форму.
30. Нерозв'язність проблем зупинки та самозастосовності.
31. Наслідки нерозв'язності проблеми самозастосовності.
32. Замкненість ПРМ, РМ відносно теоретико-множинних операцій.
33. Замкненість РПМ відносно теоретико-множинних операцій.
34. Замкненість ПРП, РП відносно логічних операцій.
35. Замкненість ЧРП відносно логічних операцій.
36. Індексні множини.
37. Теорема Райса, її значення.
38. Теорема Райса-Шапіро.
39. Теза Тьюрінга.
40. Обчислюваність за лінійний та за поліноміальний час.
41. Класи  $P$  та  $NP$ .
42. Багатозначні логіки.
43. 3-значна логіка Лукасевича.
44. Сильна та слабка 3-значні логіки Кліні.
45. 4-значна логіка Белнапа.
46. Нечіткі логіки.
47. Модальні логіки.
48. Модель можливих світів (реляційна модель) модальної логіки.
49. Темпоральні модальні логіки.
50. Епістемічна логіка знання з одним експертом, з  $n$  експертами.

## 9. Рекомендовані джерела:

### Основна

1. Катленд Н. Вычислимость. Введение в теорию рекурсивных функций. – М., 1983.
2. Клини С. Математическая логика. – М.: Наука, 1973.
3. Лавров И.А., Максимова Л.Л. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. – М., 1975.
4. Мальцев А.И. Алгоритмы и рекурсивные функции. – М.: Наука, 1965.
5. Мендельсон Э. Введение в математическую логику. – М., 1976.
6. Нікітченко М.С., Шкільняк С.С. Прикладна логіка. – К., 2013.
7. Нікітченко М.С., Шкільняк С.С. Математична логіка та теорія алгоритмів. – К., 2008.
8. Шкільняк С.С. Математична логіка: приклади і задачі. – К., 2007.
9. Шкільняк С.С. Теорія алгоритмів. Приклади й задачі. – К., 2012.

### Додаткова

10. Андон Ф.И., Яшунин А.Е., Резниченко В.А. Логические модели интеллектуальных информационных систем. – К., 1999.
11. Глушков В.М., Цейтлин Г.Е., Ющенко Е.Л. Алгебра, языки, программирование. – К., 1978.
12. Ішмуратов А.Т. Вступ до філософської логіки. – К., 1997.
13. Капітонова Ю.В., Кривий С.Л., Летичевський О.А. та ін. Основи дискретної математики. – К., 2002.
14. Клини С. Введение в метаматематику. – М., 1957.
15. Лисовик Л.П., Редько В.Н. Алгоритмы и формальные системы. – К., 1981.
16. Мальцев А.И. Алгебраические системы. – М., 1970.

17. Непейвода Н.Н. Прикладная логика. – Новосибирск, 2000.
18. Нікітченко М.С., Шкільняк С.С. Основи математичної логіки. – К., 2006.
19. В.І. Перебийніс. Математична лінгвістика. – Київ, Вид. центр КНЛУ, 2014.
20. Роджерс Х. Теория рекурсивных функций и эффективная вычислимость. – М., 1972.
21. Справочная книга по математической логике / Под ред. Дж. Барвайса: В 4 т. – М., 1982–1983.
22. Успенский В.А., Семенов А.Л. Теория алгоритмов: основные открытия и приложения. – М., 1987.
23. Фейс Р. Модальная логика. – М., 1974.
24. Шенфилд Дж. Математическая логика. – М., 1975.
25. Шкільняк С.С. Математична логіка. Електронний навчальний посібник // Репозитарій електронних ресурсів КНУ. – 2012. – <http://195.68.210.50/moodle>.
26. Belnap N., Steel T. The logic of questions and answers. – New Haven and London: Yale Univ. Press, 1976.