

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Ужгородський державний інститут інформатики, економіки і права
Факультет інформатики

Кафедра інформаційних управляючих систем та технологій

Методичні рекомендації до курсу

“ Теорія алгоритмів та математичні основи представлення знань”

зі спеціальності
“інформаційні управляючі системи та технології”

частина I

Ужгород-2002

Методичні рекомендації до курсу “Теорія алгоритмів та математичні основи представлення знань” для студентів III курсу стаціонарної та заочної форми навчання містять деякі теоретичні відомості, тематичний план курсу, перелік тем практичних занять, типові задачі, питання для підсумкового контролю, завдання для самостійної та індивідуальної роботи студентів, літературу.

Методичні рекомендації розроблено і складено асистентами кафедри інформаційних управляючих систем та технологій Копча-Горячкіною Г.Е. та Повханом І.Ф.

Відповідальний за випуск доктор технічних наук, професор Василенко Ю.А.

Друкується за рішенням кафедри інформаційних управляючих систем та технологій від 29.11.02р., протокол № 19.

Вступ

Інтенсивний розвиток математичної логіки в наш час супроводжується збільшенням її ролі в математиці.

Однією з основних задач математичної логіки є аналіз основ математики. Але в наш час вона вже вийшла з рамок цієї задачі і суттєво вплинула на розвиток самої математики. Із її ідей виникло точне визначення поняття алгоритму, що дозволило розв'язати багато питань, які без цього залишались би в принципі нерозв'язаними. Апарат, який виник в математичній логіці знайшов застосування в питаннях конструкції обчислювальних машин і автоматичних пристроїв.

З переходом до впровадження ЕОМ в наукові розрахунки управління виникло намагання максимально використати розумові можливості людини шляхом впровадження ЕОМ в сам процес пізнання. Реалізація цієї ідеї пов'язана з необхідністю навчити ЕОМ мислити, наділити її інтелектом.

Сформувався новий науковий напрямок – штучний інтелект, засоби і методи якого широко застосовуються в автоматизованих системах управління.

Курс “Теорія алгоритмів та математичні основи представлення знань” складається з двох частин : “Математичні основи представлення знань” та “Теорія алгоритмів”.

В першій частині розглядаються проблеми представлення і обробки знань, основні напрямки представлення знань, способи формального задання алгоритмів, основні поняття формальної та математичної логіки, визначення і властивості алгебри і числення висловлювань, проблеми доведення теорем. Друга частина включає формальне визначення алгоритму та основні підходи до формального визначення, приклади різних алгоритмічних систем, їх повноту та еквівалентність.

Мета викладання і задачі вивчення курсу

Мета викладання курсу – сформулювати уявлення про сутність процесів мислення, можливості їх формалізації і шляхів реалізації висловленої ідеї.

Навчити принципів підходам теорії та практики штучного інтелекту. Дати необхідні для інженера-системотехніка результати формальних побудов, необхідних для роботи з системами штучного інтелекту. Ознайомити студентів з класами основних теоретичних та прикладних задач дисципліни. Шляхом ознайомлення студентів з засобами формалізації процесів пізнання привити їм стиль мислення, характерний для дискретної математики. Вказати конкретні проблеми в розвитку науки і техніки, в розв'язанні яких використання методології штучного інтелекту визначить якісний стрибок. Забезпечити перехід до використання випускниками-спеціалістами по АСУ сучасного математичного апарату для розв'язання проблем управління та проектування.

Для засвоєння дисципліни необхідне знання основ дискретної математики, основ програмування та вищої математики.

Матеріал дисципліни буде використовуватися при викладанні матеріалу дисциплін “Організація баз даних і баз знань”, “Програмування в системах абстрактних об'єктів, проектування систем штучного інтелекту”, “Проектування автоматизованих систем управління неперервними технологічними процесами”.

Тематичний план курсу

Назва теми	Кількість лекційних годин	Кількість практичних годин	Кількість годин індивідуальної роботи	Кількість годин самостійної роботи	Література
1. Вступ. Предмет курсу. Короткий огляд історії розвитку теорії алгоритмів. Основні поняття, взаємозв'язок з ін. дисциплінами	2		2		[1], [4]
2. Основи алгебри висловлювань. Основні операції над висловлюваннями. Загальний погляд на логічні операції	2		2		[1]
3. Конструювання складних висловлювань. Поняття формули алгебри висловлювань (АВ). Побудова таблиці істинності формул. Класифікація формул АВ	2	4	2		[1], [3]
4. Поняття тавтології (її застосування для доведення теорем). Основні тавтології. Головні правила отримання тавтологій	2				[1]
5. Логічна рівносильність формул. Основна ознака рівносильності формул, приклади та рівносильне перетворення формул	2				[1]
6. Поняття нормальної форми. Досконала диз'юнктивна нормальна форма (ДДНФ). Представлення формул АВ у ДДНФ і ДКНФ	2				[1], [3]
7. Поняття логічного слідування. Основні властивості. Слідування та рівносильність формул. Правила логічного умовиводу	2				[1]
8. Пряма та обернена теореми. Протилежна та обернена до протилежної теореми. Закон контрапозиції. Методи мат. доведень. Розв'язок "логічних" задач. Принцип повної диз'юнкції	2				[1]
9. Поняття множин (повтор). Операції над множинами. Бінарні відношення та функції. Узагальнення до n -парних відношень	2				[2]
10. Походження булевих функцій. Булеві функції від двох аргументів (властивості). Представлення одних	2				[2]

функцій за допомогою інших. Функції від n аргументів					
11.Поняття повної системи булевих функцій (БФ). Спеціальні класи БФ. Теорема Поста про повноту системи БФ				4	[1], [2]
12.Застосування БФ в техніці. Релейно-контактні схеми в ЕОМ. Принцип організації шифратора та дешифратора	2	2		6	[1], [2]
13.Основи аксіоматичної теорії висловлювань. Система аксіом, правило логічного виводу. Поняття виводу та його властивості. Теорема про дедукцію, наслідки.	2	4		10	[1], [3]
14.Приклади застосування теореми про дедукцію. Похідні правила виводу	2	6		10	[1], [3]
15.Доводимість формул. Лема про виводимість. Доведення	4			5	[1]
16.Повнота формалізованого числення (ФЧ). Теорема адекватності	2		2		[3]
17.Непротириворічність ФЧ, розв'язність ФЧ	4		2		[1]
18.Поняття незалежності, незалежність аксіом A_1, A_2, A_3 (системи аксіом)	4				[1]
19.Поняття предикатів, їх класифікація	2				[1]
20.Множина істинності предикатів, рівносильність та слідування предикатів	4				[1]
21.Операції над предикатами, їх властивості	2	4			[1]
22.Кванторні операції над предикатами. Квантор загальності, квантор існування	4	4		15	[1],[4]
23.Мова програмування PROLOG		16	4	4	[9],[10]
24.Конструктивні об'єкти	4				[6]
25.Конструктивні операції. Конструктивні класи	4				[6], р.1,§1
26.Ефективні нумерації. Ефективно нумеровані множини	2				[6],§2
27.Рекурсивні функції, означення, властивості	2	2			[6], р.2,§2
28.Рекурсивні функції на множині слів в скінченому алфавіті	4	4			[6], р.3,§2
29.Елементи теорії графів	6	2	2		[8], р.7
30.Операторні алгоритми	6	4	6	10	[6],

					p.2,§4; [7], §4
31.Еквівалентність і повнота алгоритмічних систем	4		4		[6], p.3,§1
32.Машина Тюрінга	6	6	2		[6], p.3,§3
33.Нормальні алгоритми Маркова	2	4			[6], p.3,§4
34.Алгоритмічна система Кліні та ін.	2	2	2		[6], p.3,§5
35.Деякі алгебраїчні структури: підстановки, напівгрупи, групи, кільця та ін.	10	6			[8]
<i>Всього годин</i>	106	70	30	64	

Література

- 1.Люшин В.І. Математична логіка та теорія алгоритмів. Саратов, 1986.
- 2.Калабеков Б.А.Цифрові пристрої та мікропроцесорні пристрої. Москва, 1987.
- 3.Чен Ч., Лі Р. Математична логіка та автоматичне доведення теорем. Москва, 1983.
- 4.Шестаков В.І. Математична логіка та автоматика, 1958, №6, 1959,№1.
- 5.Вітенько І.В. Математична логіка (курс лекцій). Ужгород, 1971.
- 6.Вітенько І.В. Конструктивні операції. Ужгород, 1972.
- 7.Вітенько І.В. Схеми, алгоритми и многообразия. Ужгород, 1970.
- 8.Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов. Санкт-Петербург, 2001.
- 9.Дж. Р. Малпас. Реляционный язык Пролог и его применение. Наука, М., 1990.
- 10.Л.Стерлинг, Э Шапиро. Искусство программирования на языке Пролог. Мир, М., 1990.

Перелік тем практичних занять

1. Застосування булевих функцій для реальних задач синтезу електронних схем (шифратор, дешифратор, суматор).
2. Застосування системи аксіом та правила виводу для доведення формул алгебри висловлювань.
3. Застосування теореми про дедукцію, системи аксіом та правила виводу для доведення теорем.
4. Доведення формул алгебри висловлювань.
5. Приклади застосування предикатів (аналогі в мові програмування PROLOG).
6. Синтаксис та приклади застосування мови програмування PROLOG для розв'язування задач.
7. Приклади операцій з предикатами (побудова та спрощення).
8. Приклади операцій з кванторами (спрощення та побудова виразів).
9. Рекурсивні функції на множині слів в скінченному алфавіті (обчислення).
10. Машина Тюрінга (побудова).

11. Нормальні алгоритми Маркова (описання траєкторій).
12. Мінімізація операторних алгоритмів.
13. Підстановки. Розклад підстановок в цикли, знаходження порядку підстановки, оберненої, визначення парності.
14. Перевірка чи являється дана множина заданою алгебраїчною структурою.

Типові практичні завдання до теми “Мова програмування PROLOG”

1. Написати програму на мові програмування PROLOG, яка б:
 - а). Записувала послідовність символів з клавіатури у текстовий файл.
 - б). Розташовувала символи у файлі в залежності від їх ASCII кодів.
 - в). Записувала послідовність символів у файл в оберненому порядку.
2. Написати програму на мові програмування PROLOG, яка б:
 - а). Сортувала елементи довільного списку в порядку зростання або спадання їх значень.
 - б). Знаходила найменший, найбільший елемент списку.
3. Написати програму на мові програмування PROLOG, яка б:
 - а). Знаходила найбільший дільник двох натуральних чисел (з використанням рекурсії).
 - б). Знаходила корені квадратного рівняння.
4. Написати програму на мові програмування PROLOG:
 - а). Найпростіший приклад роботи з БД (створення, робота, збереження, модифікація).
 - б). Найпростіший приклад роботи з проектами.
5. Написати програму на мові програмування PROLOG:
 - а). Об'єднання двох довільних списків в третій.
 - б). Побудови списку з елементів, які є в першому списку, але відсутні в другому.
 - в). Побудови списку зі спільних елементів двох довільних списків.
6. Написати програму на мові програмування PROLOG:
 - а). Приклад опису складної структури даних (об'єктів) задачі синтезу логічних схем.

Типові практичні завдання до тем “Логіка висловлювань” та “Логіка предикатів”.

1. Знайти δ -двійник наступних формул:
 $F(x_1, x_2, x_3, x_4) = [(x_1 \leftrightarrow x_2) \leftrightarrow (x_3 \leftrightarrow x_4)] \downarrow [(x_3 \leftrightarrow x_4) \rightarrow (x_2 \downarrow x_1)]$
при $\delta = (1,1,1,1)$ та $\delta = (0,0,0,0)$.
 $F(x_1, x_2, x_3, x_4) = [(x_1 \rightarrow x_2) \leftrightarrow (x_3 \rightarrow x_1)] \wedge [x_4 \rightarrow (x_1 \leftrightarrow x_3)]$
при $\delta = (1,1,1,1)$ та $\delta = (0,0,0,0)$.
 $F(x_1, x_2, x_3, x_4) = [x_1 \downarrow (x_3 \vee x_1)] \downarrow [(x_1 \vee x_4) \downarrow (x_2 \vee x_4)]$
при $\delta = (1,1,1,1)$ та $\delta = (0,0,0,0)$.
 $F(x_1, x_2, x_3, x_4) = [x_3 \leftrightarrow (x_4 \rightarrow x_1)] \leftrightarrow [(x_1 \rightarrow x_4) \wedge (x_3 \leftrightarrow x_4)]$
при $\delta(1,0,1,1)$ та $\delta = (0,1,0,0)$.
2. Використовуючи базові аксіоми, правило виводу та теорему про дедукцію, довести, що наступні формули є теоремами:
 - а) $F \rightarrow F$
 - б) $F \rightarrow \overline{\overline{F}}$
 - в) $\overline{F} \rightarrow (F \rightarrow G)$
 - г) $(\overline{G} \rightarrow \overline{F}) \rightarrow (F \rightarrow G)$
 - д) $(F \rightarrow G) \rightarrow (\overline{G} \rightarrow \overline{F})$
 - е) $F \rightarrow (\overline{G} \rightarrow \overline{(F \rightarrow G)})$
 - ж) $(F \rightarrow G) \rightarrow ((\overline{F} \rightarrow G) \rightarrow G)$.
3. Довести, що наступні формули логіки предикатів є тавтологіями:
 - а) $(\forall x)(P(x)) \leftrightarrow (\exists x)(\overline{P(x)})$
 - б) $(\exists x)(P(x)) \leftrightarrow (\forall x)(\overline{P(x)})$
 - в) $(\forall x)(P(x)) \leftrightarrow (\exists x)(\overline{\overline{P(x)}})$
 - г) $(\exists x)(P(x)) \leftrightarrow (\forall x)(\overline{\overline{P(x)}})$
 - д) $(\forall x)(P(x) \wedge Q(x)) \leftrightarrow (\forall x)(P(x)) \wedge (\forall x)(Q(x))$
 - е) $(\exists x)(P(x) \vee Q(x)) \leftrightarrow (\exists x)(P(x)) \vee (\exists x)(Q(x))$
 - ж) $(\forall x)(P(x) \vee Q) \leftrightarrow (\forall x)(P(x)) \vee Q$
 - з) $(\exists x)(P(x) \wedge Q) \leftrightarrow (\exists x)(P(x)) \wedge Q$.
4. Перевірити рівносильність наступних формул логіки предикатів:
 - а) $(\forall x)(P(x) \vee Q(x)), (\forall x)(P(x)) \vee (\forall x)(Q(x))$
 - б) $(\forall x)(P(x) \rightarrow Q(x)), (\forall x)(P(x)) \rightarrow (\forall x)(Q(x))$
 - в) $(\forall x)(P(x) \wedge Q(x)), (\forall x)(P(x)) \wedge (\forall x)(Q(x))$
 - г) $(\forall x)(P(x) \leftrightarrow Q(x)), (\forall x)(P(x)) \leftrightarrow (\forall x)(Q(x))$.
5. Користуючись наступними таблицями записати в ДДН- та ДКН-формах та синтезувати наступні схеми:

а). Суматор

x_i	y_i	P_{i-1}	S_i	P_i
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

б). Двійковий шифратор та дешифратор

0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

**Типові практичні завдання до тем: “Машина Тюрінга”,
“Нормальні алгоритми Маркова”**

1. Яким буде результат застосування даного нормального алгоритму до слова $s=aabbbbcc$

$$\begin{aligned} bac &\rightarrow a \\ bb &\rightarrow a \\ acc &\rightarrow \bullet c \\ ab &\rightarrow b. \end{aligned}$$

2. Інтерпретувати дану програму Тюрінга на мові “стрічки”, якщо початковим є стан $\dots a_0 a_0 a_2 q_0 a_0 a_1 a_1 a_2 \dots$

$$\begin{aligned} (q_0, a_0) (q_1, a_0, +1) \\ (q_1, a_1) (q_1, a_1, -1) \\ (q_1, a_0) (q_2, a_1, -1) \\ (q_2, a_2) (q_3, a_1, +1). \end{aligned}$$

3. В який стан переведе дана послідовність елементарних машин Тюрінга такий стан $\dots q_0 a_0 a_1 a_1 b a_0 c \dots$

$$\begin{aligned}
& T_{+1} (q_0, q_1) \\
& T_0 (q_1, a_1, q_2) \\
& T_{-1} (q_2, q_2) \\
& T_{+} (q_2, b, q_3).
\end{aligned}$$

4. Яким буде результат застосування даного нормального алгоритму до слова $s=ababacbc$

$$\begin{aligned}
& aba \rightarrow b \\
& aa \rightarrow \bullet b \\
& cbc \rightarrow a.
\end{aligned}$$

5. Інтерпретувати дану програму Тюрінга на мові “стрічки”, якщо початковим є стан $\dots a_2 a_1 a_0 q_0 a_0 a_1 a_2 a_0 \dots$

$$\begin{aligned}
& (q_0, a_0) (q_0, a_1, -1) \\
& (q_0, a_0) (q_1, a_2, 0) \\
& (q_1, a_2) (q_2, a_1, +1) \\
& (q_2, a_1) (q_3, a_2, +1).
\end{aligned}$$

6. Обчислити унарну функцію на множині слів S_k із алфавіту $L_k = \{a_0, a_1, a_2, a_3\}$, якщо

$$t_m = (a_5) a_2 a_1 b a_1 a_0 a_4 a_4 a_3 a_0 a_1 (b).$$

7. Яким буде результат застосування даного нормального алгоритму до слова $s=abaacbc$

$$\begin{aligned}
& aba \rightarrow b \\
& aa \rightarrow \bullet b \\
& cbc \rightarrow a.
\end{aligned}$$

8. Записати дану програму у вигляді послідовності машин Тюрінга, якщо початковим є стан $\dots a_2 a_1 a_0 \dots$

$$\begin{aligned}
& (q_0, a_0) (q_1, a_0, 0) \\
& (q_1, a_0) (q_2, a_1, -1) \\
& (q_2, a_1) (q_3, a_2, +1).
\end{aligned}$$

9. Дано програму:

$$\begin{aligned}
& (q_0, a_0) (q_1, a_2, +1) \\
& (q_1, a_1) (q_2, a_2, 0) \\
& (q_2, a_2) (q_3, a_2, +1),
\end{aligned}$$

S_2 – множина слів над алфавітом $L_2 = \{a_0, a_1\}$, $s = a_0 a_1 a_0$. Знайти функцію переходу цього слова.

10. В який стан переведе дана послідовність елементарних машин Тюрінга такий стан

$$\dots a_2 a_2 a_0 a_1 a_2 a_0 a_1 a_1 q_0 a_0 \dots$$

$$\begin{aligned}
& T_0 (q_0, a_2, q_1) \\
& T_{-} (q_1, a_0, q_2) \\
& T_{-1} (q_2, q_2) \\
& T_2 (q_2, a_1, q_2, q_3).
\end{aligned}$$

11. Яким буде результат застосування даного нормального алгоритму до слова $s=cbacab$

$$\begin{aligned}(q_0) P^*(s, aac, a) & (q_0, q_1) \\(q_1) P^*(s, cba, b) & (q_2, q_3) \\(q_3) P^*(s, ab, c) & (Я, q_1).\end{aligned}$$

12. Записати дану програму у вигляді послідовності машин Тюрінга, якщо початковим є стан $\dots a_2 a_1 a_0 a_2 a_2 \dots$

$$\begin{aligned}(q_0, a_0) & (q_1, a_1, -1) \\(q_1, a_1) & (q_2, a_2, 0) \\(q_2, a_2) & (q_2, a_1, +1).\end{aligned}$$

13. Дано програму:

$$\begin{aligned}(q_0, a_1) & (q_0, a_2, +1) \\(q_0, a_0) & (q_1, a_2, +1) \\(q_1, a_0) & (q_2, a_0, 0),\end{aligned}$$

S_2 – множина слів над алфавітом $L_2 = \{a_0, a_1\}$, $s = a_1 a_0 a_0$. Знайти функцію переходу цього слова.

14. Яким буде результат застосування даного нормального алгоритму до слова $s=cbcabca$

$$\begin{aligned}aba & \rightarrow b \\aa & \rightarrow \bullet b \\cbc & \rightarrow a.\end{aligned}$$

15. В який стан переведе дана послідовність елементарних машин Тюрінга такий стан $\dots a_0 a_0 q_0 a_1 a_0 a_2 a_3 a_0 \dots$

$$\begin{aligned}T_+ & (q_0, a_3, q_1) \\T_0 & (q_1, a_1, q_2) \\T_{-1} & (q_2, q_2) \\T_{+1} & (q_2, q_3).\end{aligned}$$

16. Записати дану програму у вигляді послідовності машин Тюрінга, якщо початковим є стан $\dots a_0 a_2 a_1 \dots$

$$\begin{aligned}(q_0, a_2) & (q_1, a_1, -1) \\(q_1, a_0) & (q_2, a_2, +1) \\(q_2, a_1) & (q_3, a_1, 0).\end{aligned}$$

Перелік питань для підсумкового контролю знань (V семестр)

1. Логіка висловлювань.
2. Логічні предикати (в мові PROLOG).
3. Операції над висловлюваннями. Складні висловлювання.
4. Робота з файлами в мові PROLOG.
5. Формули алгебри висловлювань, їх класифікація.
6. Рекурсія в мові PROLOG.
7. Тавтології, правила отримання тавтологій.
8. Списки в мові програмування PROLOG та їх застосування.

9. Рівносильність, ознака рівносильності формул.
10. Операції вводу-виводу в мові PROLOG.
11. Лема про заміну, формули еквівалентності.
12. Представлення формули алгебри висловлювань в різних формах, поняття нормальної форми.
13. Загальна структура програми на мові PROLOG.
14. Поняття досконалої нормальної форми.
15. Незалежність аксіом в аксіоматичній теорії, лема.
16. Логічне слідування, ознака логічного слідування.
17. Незалежність аксіом A_1, A_2, A_3 .
18. Зв'язок логічного слідування та рівносильності.
19. Несуперечливість формалізованого числення висловлювань, розв'язність ФЧ.
20. Правила логічного виводу (умозаключення).
21. Теорема про адекватність.
22. Пряма та обернена теорема (приклад).
23. Теорема про повноту.
24. Основні методи мат. доведень (охарактеризувати).
25. Доводимість формули та її тотожня справедливність.
26. Булеві функції 2-х елементів, бінарні відношення.
27. Похідні правила виводу.
28. Булеві функції n -змінних. Теорема Поста.
29. Теорема про дедукцію, її наслідки.
30. Формалізоване числення висловлювань, початок аксіоматичної теорії.
31. Приклади рекурсії в мові PROLOG.
32. Поняття виводу та його властивості.
33. Похідні правила виводу.
34. Логічне слідування та рівносильність.
35. Ознака рівносильності двох формул.
36. Конструктивна функція, алгоритмічна розв'язність проблем.
37. Конструктивні об'єкти. Інтуїтивність поняття конструктивного об'єкту, основні властивості.
38. Схема визначення абстрактного об'єкту, абстракція класу.
39. Основні класи конструктивних об'єктів: скінчені графи, навантажені скінчені абстрактні графи, слова, сімейства, букви, цифри, матриці.
40. Конструктивні операції. Приклади конструктивних операцій та предикатів.
41. Клас U конструктивних об'єктів (узагальнення). Характеристичний (частково-характеристичний) предикат класу, означення конструктивності класу через характеристичний предикат.
42. Конструктивні операції та предикати на класі матриць T , слів S , скінчених підмножин M , навантажених графів Δ .
43. Схеми утворення операцій та предикатів.
44. Основні твердження конструктивності.
45. Регулярний алгоритм (кодуюча, головна та декодуюча операції алгоритма, предикат зупинки).
46. Ефективна нумерованість та апроксимованість множини. Приклади ефективно-нумерованих множин.
47. Основні твердження ефективної нумерованості.
48. Ін'єктивність ефективної нумерації. Принцип конструктивного вибору.
49. Ефективна нумерованість множини, елементами якої є функції (предикати). Універсальний алгоритм, універсальна функція.

50. Означення ефективної множини. Приклади ефективних множин.
51. Всюдиозначена та точно означена функція.
52. Аксиоматизація елементарної теорії. Повна система правил.

Перелік питань для підсумкового контролю знань (VI семестр)

1. Визначення n -го предиката (множина істинності).
2. Алгоритмічно нерозв'язні проблеми (приклад).
3. Властивості аксіоматичних теорій.
4. Рівносильність, слідування, операції над предикатами.
5. Рекурсивні функції. Тезис Чьорча.
6. Кванторні операції, квантор \exists та квантор \forall .
7. Принцип нормалізації Маркова.
8. Чисельні та обмежені квантори.
9. Характеристика алгоритму Маркова. Приклад.
10. Формалізоване числення предикатів.
11. Формули логіки предикатів. Класифікація.
12. Нормальні алгоритми Маркова.
13. Приклад аксіоматичної теорії.
14. Рівносильність формальної логіки предикатів.
15. Зведена форма для формул логіки предикатів.
16. Гіпотеза Тюрінга.
17. Застосування логіки предикатів до мат. теорії.
18. Задача синтезу машини Тюрінга.
19. Порівняння логіки предикатів та логіки висловлювань.
20. Теореми та їх доведення в логіці предикатів.
21. Машина Тюрінга.
22. Формальне числення висловлювань як аксіоматична теорія.
23. Загальна структура команд машини Тюрінга.
24. Формалізовані теорії I-го порядку.
25. Інтуїтивне визначення алгоритму, характеристика.
26. Формалізовані аксіоматичні теорії.
27. Теореми логіки предикатів.
28. Логіка предикатів.
29. Розв'язні множини.
30. Уточнення поняття алгоритму.
31. Уточнення поняття конструктивної функції.
32. Алгоритмічно повна система. Еквівалентність алгоритмічних систем.
33. Типи символів, арність символу.
34. Елементарний терм, елементарна формула, оператор. Функціональні і предикатні символи.
35. Програма. Мітки передач управління.
36. Сигнатура і пам'ять програми.
37. Операторний алгоритм. Вхідні, вихідні змінні.
38. Предикатний алгоритм.
39. Сигнатура та пам'ять операторного (предикатного) алгоритму.
40. Інтерпретація алгоритму.
41. Стан пам'яті алгоритму та стан алгоритму. Проміжковий, кінцевий стан.

42. Функція переходу. Область визначення та область значень функції переходу.
43. Траєкторія алгоритму. Такти.
44. Випадки: результативної зупинки, неозначеності, циклювання.
45. Еквівалентність алгоритмів, еквівалентні перетворення.
46. Алгоритмічна система Тюрінга. Букви, мітки.
47. Команда Тюрінга, мітка Тюрінга, програма Тюрінга.
48. Машина Тюрінга. Початкова, проміжкові, кінцева мітки машини Тюрінга.
49. Функція переходу машини Тюрінга.
50. Трактуювання Т-стану на мові “стрічки”.
51. Траєкторія машини Тюрінга. Такти.
52. Елементарні машини Тюрінга.
53. Обчислення функції на множині слів за допомогою машини Тюрінга.
54. Алгоритми Маркова.
55. Оператор, реагування оператора на слово, заключна команда. М-функція.
56. Алгоритмічна система Кліні.
57. Схема суперпозиції.
58. Схема примітивної рекурсії.
59. Схема мінімізації.
60. К-послідовність, К-функція.
61. Типи логік. Логіка, математична логіка.
62. Істинносні інтерпретації, категорії.
63. Суперечлива логіка, абсолютна логіка.
64. Двозначна категорія.

Завдання для індивідуальної роботи

1. Приклад реалізації стека в системі MS-DOS.

- Що таке стек та його функція в операційній системі.* [6], §23
Як забезпечується робота зі стеком в системі MS-DOS. [6], §23
Як відрізняється реалізація стека в системі MS-DOS та UNIX. [6], §23

2. Оптимізація алгоритмів роботи зі списками.

- Що представляють собою списки в загальному вигляді.* [6], §12
Які операції (та які алгоритми) роботи зі списками існують. [6], §13
Які існують шляхи оптимізації даних алгоритмів. [6], §13

3. Задача синтезу машини Тюрінга.

- Що таке машина Тюрінга, алгоритм роботи, модифікації.* [4], §5
Машина Тюрінга та визначення поняття “алгоритм”. [4], §5
Можливість синтезу машини Тюрінга в загальному випадку. [4], §5

1. Універсальність визначення поняття алгоритму.

<i>Поняття “алгоритм”, історія виникнення.</i>	[3], розд.6, §27
<i>Еквівалентність трьох визначень поняття “алгоритм”.</i>	[3], розд.6, §29
<i>Алгоритм та алгоритмічно нерозв’язні проблеми.</i>	[3], розд.6, §30

2. Застосування теорії алгоритмів в системному програмуванні.

<i>Алгоритми роботи зі стеком та пам’яттю в системі UNIX.</i>	[5], розд.5
<i>Що таке мультизадачність (реалізація в різних системах).</i>	[5], розд.5
<i>Загальний підхід до реалізації “ідеальної” системи.</i>	[5], розд.7

3. Порівняння мови PROLOG з іншими алгоритмічними мовами.

<i>Різниця структурного та логічного підходів при програмуванні.</i>	[8]
<i>Спільні риси мови PROLOG з іншими алгоритмічними мовами.</i>	[8]
<i>Клас задач з перевагою на боці мов логічного програмування.</i>	[8]

7. Нерозв’язні алгоритмічні проблеми (особливості постановки задачі)

<i>Що таке алгоритм в загальному розумінні.</i>	[3],розд.6 §27
<i>Які задачі прийнято називати. алгоритмічно нерозв’язними проблемами</i>	[3],розд.5 §30
<i>Класифікація алгоритмічно нерозв’язних задач.</i>	[3],розд.5 §30

8. Оптимізація алгоритмів сортування.

<i>Загальна проблема сортування масивів даних.</i>	[7]
<i>Основні класичні методи сортування даних.</i>	[7]
<i>Оптимізація відомих алгоритмів по швидкодії.</i>	[7]

9. Гірлянди, терми і формули.

<i>Функціональні символи, арність.</i>	[1], розд.3, §4
<i>Що таке терм, елементарний терм(формула, елементарна формула)</i>	[1], розд.3, §4
<i>В чому різниця між навантаженою та ненавантаженою гірляндами</i>	[1], розд.3, §4
<i>Навести приклади гірлянд.</i>	

10. Операторні алгоритми.

<i>Алгоритм, властивості алгоритму.</i>	[1], розд.2, §1
<i>Означення операторного та предикатного алгоритмів.</i>	[1], розд.2, §1
<i>Навести приклади операторного алгоритму.</i>	[2], розд.2, §4.

11. Приклади елементарних теорій.

<i>Ефективно нумерована, ефективна множина.</i>	[1], розд.3, §5.
---	------------------

<i>Що означає аксіоматизація теорії.</i>	[1], розд.3, §5.
<i>Що таке логічна теорія.</i>	[1], розд.3, §5.
<i>Чи будь-які логічні теорії є розв'язними.</i>	[1], розд.3, §5.

Завдання для самостійної роботи

1. Загальні риси аксіоматичних теорій (приклад).

<i>Що таке аксіоматична теорія.</i>	[3], розд.5
<i>Чим можна охарактеризувати довільну аксіоматичну теорію.</i>	[3], розд.5, §25
<i>Навести приклади аксіоматичних теорій (охарактеризувати).</i>	[3], розд.5, §24

2. Застосування кванторних операцій в мат. теорії.

<i>Що таке квантор, які існують квантори (обмежені, чисельні).</i>	[3], розд.5, §19
<i>Квантор та логіка предикатів.</i>	[3], розд.5, §20,21,22
<i>Приклади застосування кванторів (логіки предикатів) в мат. теорії.</i>	[3], розд.3, §23

3. Застосування булевих функції в техніці.

<i>Булева функція n аргументів.</i>	[3], розд.3, §9,10
<i>Застосування булевих ф-й в схемотехніці.</i>	[3], розд.3, §12,13
<i>Приклад реалізації шифратора.</i>	[3], розд.3, §12,13

4. Мови програмування аналогічні мові PROLOG.

<i>Охарактеризувати мову програмування PROLOG.</i>	[8]
<i>Групи мов програмування структурного та логічного типів.</i>	[8]
<i>Приклади мов програмування логічного типу.</i>	[8]

5. Елементарні теорії.

<i>Що таке формалізована наука.</i>	[1], розд.3, §§1-5; [2], §4
<i>Введення операцій, формул.</i>	[1], розд.3, §§1-5; [2], §4
<i>Навести приклад елементарної теорії.</i>	[1], розд.3, §§1-5; [2], §4

6. Методи автоматичного доведення теорем.

<i>Теорема в загальному розумінні.</i>	[9]
<i>Роль теореми в аксіоматичній теорії.</i>	[9]
<i>Методи (універсальний алгоритм) доведення.</i>	[9]

7. Особливості синтезу програм лінійної структури.

<i>Проблема синтезу довільної програми.</i>	[9], §11
<i>Основні елементи синтезу.</i>	[9], §11
<i>Можливість синтезу довільної програми лінійної структури.</i>	[9], §11

Література до індивідуальної та самостійної роботи

1. І. В. Вітенько. Математична логіка (курс лекцій). Ужгород, 1971.
2. И. В. Витенько. Схемы, алгоритмы и многообразия. Ужгород, 1970.
3. В. И. Илюшин. Математическая логика и теория алгоритмов. Саратов, 1991.
4. В. А. Трахтенброт. Алгоритмы и вычислительные автоматы. Москва, 1974.
5. Питер Кью. Использование UNIX – третье издание. Москва (BiNom), 1999.
6. Томас Роу. Анализ операционной системы (для системного программиста). Москва, “CompSoft”, 2001.
7. FAQ по СОРТИРОВКАМ версия 1.1. Russian FAQ Archives <http://faqs.org.ru>.
8. TechHelp 1.1 For Turbo Prolog 2.0 by Borland.
9. Чен Ч., Лі Р. Математична логіка та автоматичне доведення теорем. Москва, 1983.
10. Вітенько І.В. Конструктивні операції. Ужгород, 1972.

Література до курсу

Основна

1. Люшин В.І. Математична логіка та теорія алгоритмів. Саратов, 1986.
2. Калабеков Б.А. Цифрові пристрої та мікропроцесорні пристрої. Москва, 1987.
3. Чен Ч., Лі Р. Математична логіка та автоматичне доведення теорем. Наука, М., 1983.
4. Шестаков В.І. Математична логіка та автоматика, 1958, №6, 1959, №1.
5. Вітенько І.В. Математична логіка (курс лекцій). Ужгород, 1971.
6. Вітенько І.В. Конструктивні операції. Ужгород, 1972.
7. Вітенько І.В. Схемы, алгоритмы и многообразия. Ужгород, 1970.
8. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов. Санкт-Петербург, 2001.

Додаткова

1. Дж. Робинсон. Машинно-ориентированная логика, основанная на принципе резолюции. В кн. Кибернетический сборник, вып 7. Наукова думка, К., 1970.
2. С.К. Клини. Математическая логика. Мир, М., 1973.
3. Н.Нильсон. Искусственный интеллект. Мир, М., 1973.
4. Дж. Шенфилд. Математическая логика. Наука, М., 1975.
5. Э.Хант. Искусственный интеллект. Мир, М., 1978.
6. Г.М. Адельсон-Вельский и др. Машина играет в шахматы. Наука, М., 1983.
7. А. Эндрю. Искусственный интеллект. Мир, М., 1985.
8. У.Клоксин, К. Меллиш. Программирование на языке Пролог. Мир, М., 1987.
9. И. Братко. Программирование на языке Пролог для искусственного интеллекта. Мир, М., 1990.
10. Дж. Р. Малпас. Реляционный язык Пролог и его применение. Наука, М., 1990.
11. Л.Стерлинг, Э Шапиро. Искусство программирования на языке Пролог. Мир, М., 1990.
12. К. Нейлор. Как построить свою экспертную систему. Энергоатомиздат, М., 1991.

Зміст

Вступ.....	3
Тематичний план курсу.....	4
Перелік тем для практичних занять.....	6
Типові практичні завдання.....	7
Перелік питань для підсумкового контролю.....	11
Завдання для індивідуальної роботи.....	14
Завдання для самостійної роботи.....	16
Література.....	18

