

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧНОЇ ЛОГІКИ ЗАСОБАМИ MS EXCEL

Розглянуто застосування табличного процесора MS Excel для розв'язування типових задач, які зустрічаються у вузівському курсі математичної логіки.

We consider the using of the tabular processor MS Excel to solutions of typical problems that occur in university course of mathematical logic.

Важливе значення при навчанні у вищій школі має курс "Математична логіка", що читається для студентів-програмістів. В цьому курсі розглядаються закони і правила логічного мислення, які є відображенням найбільш загальних форм інформаційних процесів об'єктивної реальності. Студент, що опанув знаннями і навичками логічного мислення, здатний швидко знаходити рішення, вміє абстрагуватися від конкретного змісту і зосередитися на структурі своєї думки. Логічне мислення не є вродженим, тому його можна і потрібно розвивати, поєднуючи вивчення теоретичного матеріалу з вирішенням завдань, дотримуючись послідовності і систематичності. На жаль, в курсі «Інформатики» не вивчається мова логічного програмування PROLOG [1], тому для ілюстрації основних логічних правил було вибрано доступний і поширений табличний процесор Excel [2 – 4]. В даній статті розглядається можливість застосування табличного процесора Excel при вивченні логіки, починаючи від створення формул, що реалізують логічні операції, до створення засобів автоматизації процесу розв'язання типових задач обчислення висловлювань. Однією з найбільш розповсюджених версій електронних таблиць є програма Microsoft Excel, в якій для різних типів обчислень існує велика кількість вбудованих функцій: математичних, статистичних, фінансових, текстових, інформаційних та інших.

До складу вбудованих функцій Excel входять і логічні функції (рис. 1), що дозволяє широко використовувати табличний процесор для вирішення логічних завдань.

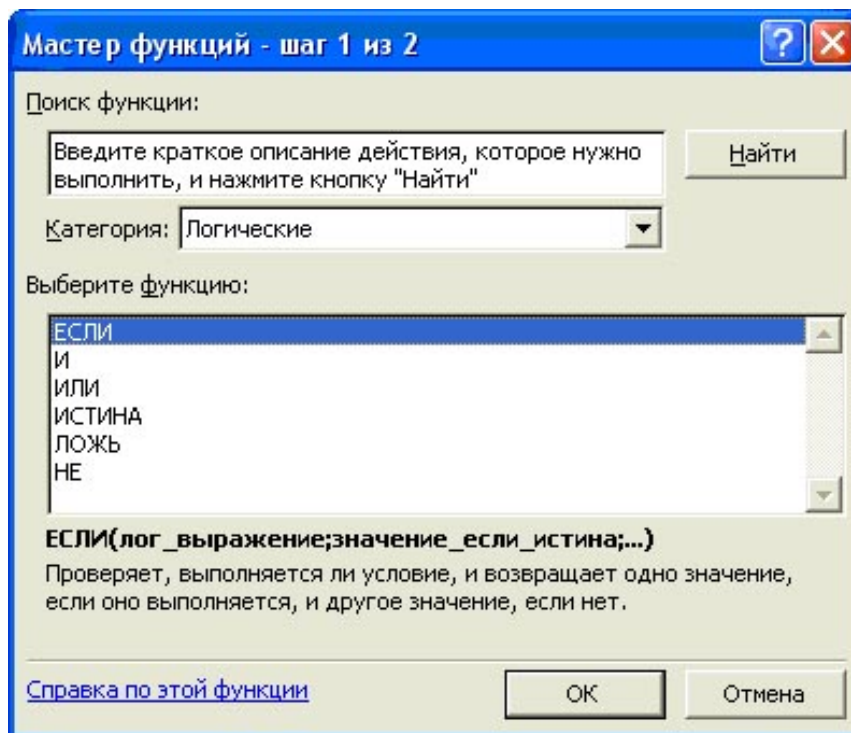


Рис. 1. Логічні функції

Для роботи зі складними формулами в Excel реалізований Майстер функцій, хоча формулу можна вводити і безпосередньо з клавіатури. При конструюванні формули за допомогою Майстра функцій у діалоговому вікні з'явиться назва функції, всі її аргументи, опис функції і кожного аргументу, поточний результат функції і всієї формули. Однією з найбільш цікавих функцій є функція "ЕСЛИ" (рис. 2), яка дозволяє реалізувати розгалужену алгоритмічну структуру.

Функції і вирази можуть бути вкладені одна в одну, зокрема, функція "ЕСЛИ" в якості значень аргументів "Значение_если_истина" і "Значение_если_ложь" допускає вкладеність до 7 рівнів, що дозволяє конструювати перевірку досить складних умов. При вивченні розділу логіки студенти знайомляться з поняттям формальних систем, логічними операціями, вивчають таку формальну систему, як числення висловлювань. Для

закріплення знань студенти можуть використовувати вбудовані логічні функції Excel для реалізації необхідних логічних операцій, а потім з їх допомогою вирішувати різні завдання.

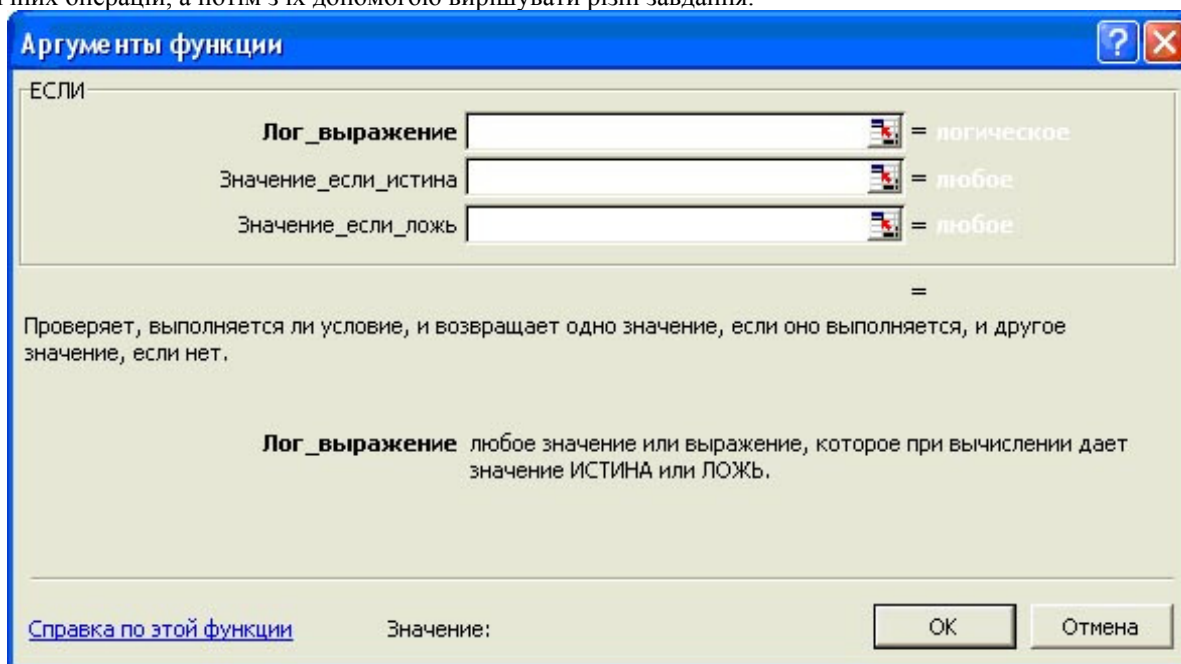


Рис. 2. Аргументы логічної функції "ЕСЛИ"

Першим, найпростішим, кроком застосування Excel може стати реалізація таблиці логічних операцій:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		A	B	не A	не B	A&B	A∨B	A=>B	A<=>B
3		ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА
4		ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ
5		ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ
6		ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА

Рис. 3. Таблица логічних операцій

Для реалізації булевої алгебри досить використовувати відповідні логічні функції, для реалізації інших функцію "ЕСЛИ". Наприклад, для реалізації операції імплікації $A \Rightarrow B$, слід створити таку формулу (рис. 4):

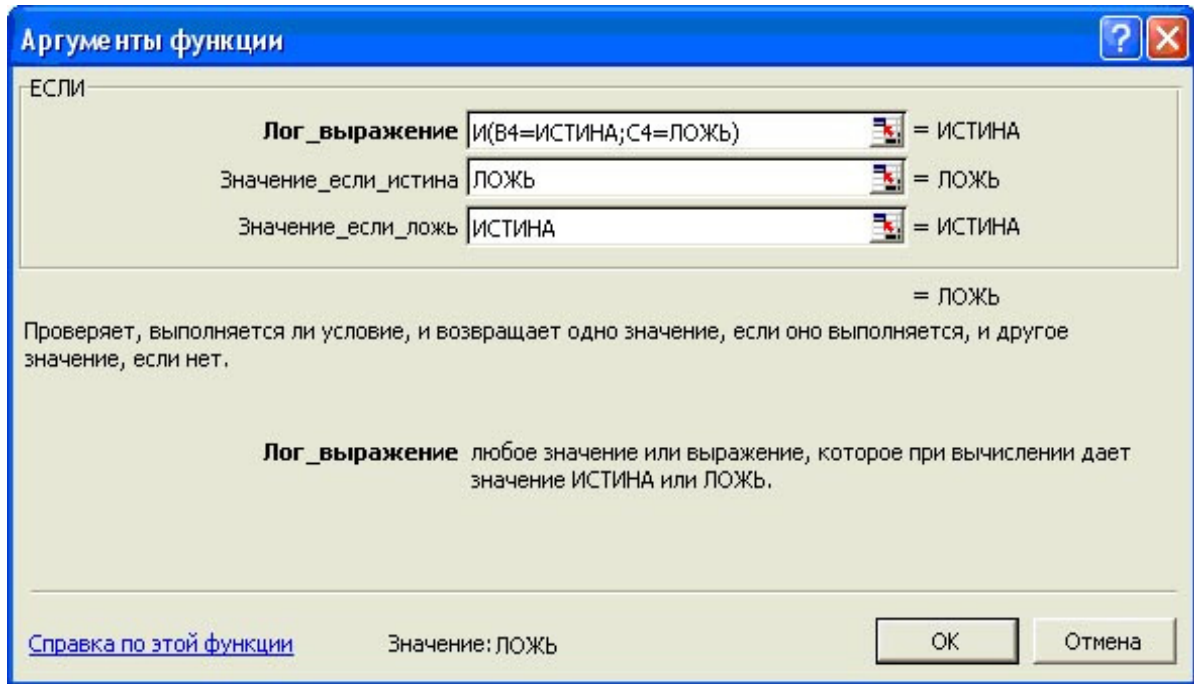


Рис. 4. Формула для реализации операции импликації

Якщо формулу вводити безпосередньо з клавіатури, то в клітинку Н4 слід вписати таку формулу: =ЕСЛИ (И (В4 = ИСТИНА; С4 = ЛОЖЬ); ЛОЖЬ; ИСТИНА). При створенні формул слід прагнути до того, щоб створити оптимальну формулу, тобто найбільш коротку. Оскільки в комірках з даними висловлювань А і В знаходяться логічні значення ИСТИНА або ЛОЖЬ, то формулу можна спростити, пам'ятаючи про те, що аргументами логічних функцій є саме логічні значення: = ЕСЛИ (И (В4; НЕ (С4)); ЛОЖЬ; ИСТИНА). Як відомо, істинність висловлювань можна перевірити за допомогою таблиць істинності. Використовуючи створену раніше таблицю логічних операцій, студенти можуть досліджувати, наприклад, таке складене висловлювання:

$$A \Leftrightarrow (\overline{B} \Leftrightarrow \overline{A})$$

При роботі слід спочатку копіювати вихідні дані з комірок В2: С6 в діапазоні В9: С13, потім раніше отримані формули. Наприклад, для операції заперечення А необхідно копіювати інформацію з діапазонів D3: D6 у комірки D10: D13.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		A	B	не A	не B	A&B	A∨B	A=>B	A<=>B
3		ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА
4		ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ
5		ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ
6		ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА
7									
8									
9		A	B	не A	неA<=>B	не (...)	A<=>не (...)		
10		ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА		
11		ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ		
12		ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ИСТИНА		
13		ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ		

Рис. 5. Таблица істинності складного висловлювання

Після копіювання формули для еквівалентності потрібно редагувати формулу, так як за замовчуванням Excel використовує відносну адресацію, і при копіюванні буде автоматично змінювати адреси комірок, тобто аргументи формули після копіювання можуть вказувати на комірки з неправильними даними. У цьому випадку використання Майстра функцій значно полегшує процес виправлення формул, оскільки при виникненні помилкових ситуацій програма відзначає неправильну частину формули і не повертає ніякого значення.

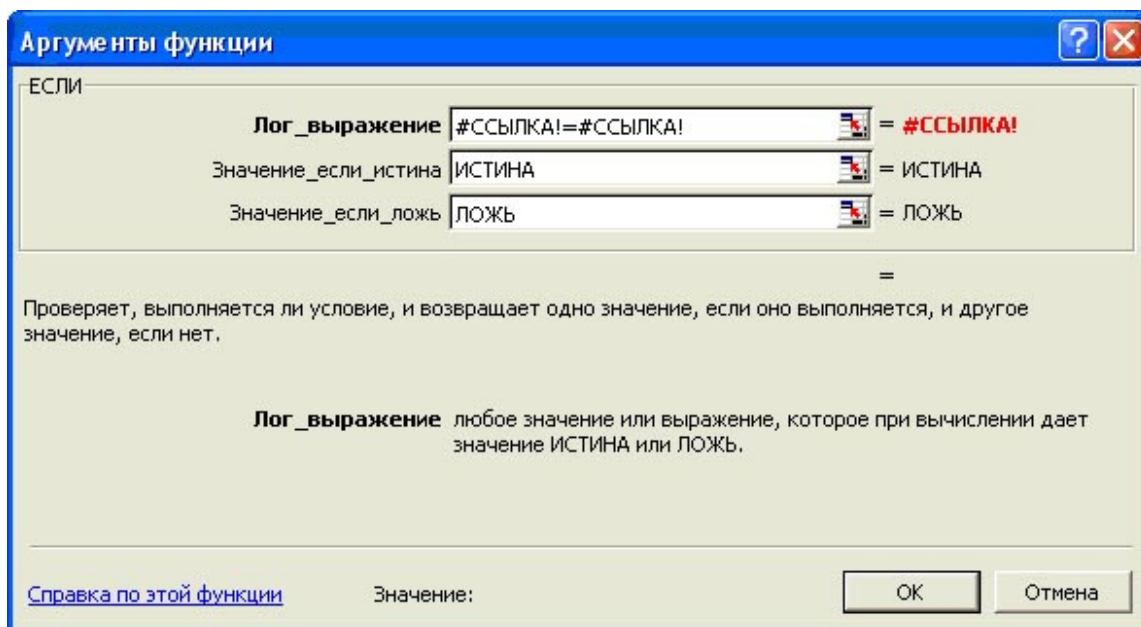


Рис. 6. Помилкова формула для операції "еквівалентність"

У даній операції посилання в логічному вираженні вказують на неіснуючий діапазон комірок. Після вказівки необхідних адрес комірок з даними C10 і D10 формула буде давати вірний результат.

Технологія копіювання та виправлення формул може привести до помилкового результату, оскільки ці операції повинні робити людина. Для безпомилкового рішення було б бажано мати засіб, що автоматично змінював би індекси осередків. Такий засіб студент може реалізувати власними силами. Одним з найскладніших питань є реалізація механізму посилань на необхідні комірки. Наприклад, в розглянутому прикладі друга операція еквівалентності повинна в якості аргументів отримати вихідні дані висловлювання А (комірки B10: B13) і результат операції заперечення (комірки F10: F13). Оскільки неможливо передбачити, на які клітинки потрібно буде посилатися в конкретній операції, слід змінити сам підхід до посилань на аргументи. При використанні так званого «зворотного польського запису», коли спочатку записуються аргументи, а потім знак операції, для будь-яких операцій аргументи завжди будуть знаходитися в попередніх діапазонах. Розглянутий раніше приклад складного висловлювання слід переписати в такому вигляді: для того, щоб позбавитися від "ручного" введення операцій, можна скористатися елементом управління "Поле зі списком" панелі інструментів "Форми" (рис. 7). "Поле зі списком" здійснює вибір одного з елементів сформованого списку логічних операцій, а номер обраного елемента записує у вказану комірку. У списку логічних операцій використовуються тільки стовпчик "Операція", а колонка "Опис" потрібна для нагадування про вид використовуваних операцій. Наприклад, для операції заперечення А використовуються вихідні дані висловлювання А, для операції заперечення отриманого результату – дані з попереднього стовпця, для еквівалентності – дані з двох попередніх стовпців.

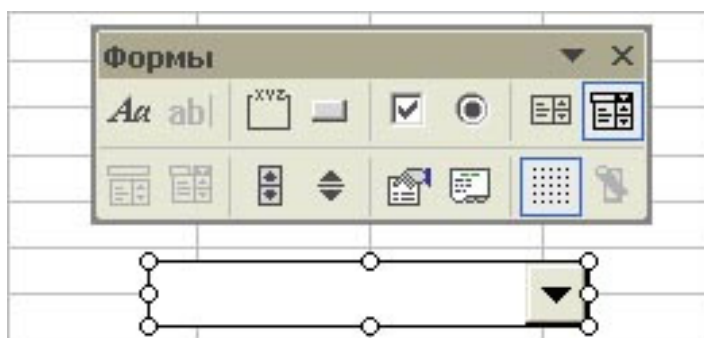


Рис. 7. Елемент управління "Поле зі списком" і панель інструментів "Форми"

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		A	B	не А	не В	A&B	A∨B	A=>B	A<=>B
3		ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА
4		ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ
5		ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ
6		ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА
7									
8									
9		A	B	не А ▾	B ▾	<=> ▾	не ▾	A ▾	<=> ▾
10		ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА
11		ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ
12		ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА
13		ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ
14									
15				3	2	8	9	1	8
16									
17		№ оп.	Операция	Описание					
18		1	A	A					
19		2	B	B					
20		3	не А	A					
21		4	не В	B					
22		5	&	2					
23		6	∨	2					
24		7	"=>"	2					
25		8	<=>	2					
26		9	не	1					

Рис. 8. Засіб автоматизації на основі функції "ЕСЛИ"

До недоліків такого засобу можна віднести малу кількість реалізованих операцій: це пов'язано з обмеженням рівнів вкладеності, що дорівнює 7. Виходить, що разом з вихідними даними А і В, їх запереченням, запереченням загального результату, можна використовувати ще тільки 2 операції. Автоматизація на основі функцій "ИНДЕКС" і "ЕСЛИ". Для того, щоб усунути ці недоліки, варто використовувати не тільки функцію "ЕСЛИ", але і вбудовані функції по роботі з масивами і посиланнями, зокрема, функцію "ИНДЕКС" (рис. 9). У цьому випадку можна використовувати БУДЬ-ЯКУ кількість БУДЬ-ЯКИХ операцій, головне, щоб вони входили до сформованої функції.

	A	I	J	K	L	M	N	O
1								
2								
3	не А	В	<=>	не	А	<=>		
4	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА		
5	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ		
6	ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА		
7	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ		
8								
9		3	2	8	12	1	8	13
10								
11	№ оп.	Операция	Описание					
12	1	А	А					
13	2	В	В					
14	3	не А	А					
15	4	не В	В					
16	5	&	2					
17	6	∨	2					
18	7	"=>"	2					
19	8	<=>	2					
20	9	стр. Пирса	2					
21	10	штрих Шеффа	2					
22	11	неравнозн.	2					
23	12	не	1					
24	13							

Рис. 9. Засіб автоматизації на основі функцій "ИНДЕКС" і "ЕСЛИ"

Сучасні табличні процесори, зокрема Microsoft Excel, є надзвичайно потужним засобом вирішення широкого діапазону завдань: від проведення найпростіших розрахунків до створення засобів автоматизації обчислень. Вивчення можливостей таких програм може принести студентам переваги при самостійному опрацюванні навчального матеріалу.

Список використаних джерел

1. Братко И. Алгоритмы искусственного интеллекта на языке PROLOG / Братко И. – М. : Вильямс, 2004.
2. Каймин В. А. Информатика : [учебник] / Каймин В. А. – М. : Инфра-М, 2003.
3. Козырев А. А. Информатика : [учебник] / Козырев А. А. – СПб. : Изд-во Михайлова В. А., 2003.
4. Хэлворсон М. Эффективная работа: Office XP / М. Хэлворсон, М. Янг. – СПб. : Питер, 2003.