**Педагогически взвешенное управление учебной деятельностью - основа совершенства результатов обучения**

*Жалдак М.И.*

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы, связанные с содержанием понятий качество образования, управления образовательными процессами, обеспечение условий для достижения запланированных целей обучения и воспитания, социально значимых результатов образовательной деятельности.

**Ключевые слова:** образование, управление образовательными процессами, уровни знаний.

**Pedagogically weighted management training activities - the basis of excellence of learning outcomes**

*Zhaldak M.I.*

**Resume.** The problems related to the meaning of quality of education, educational management processes, providing conditions for achieving it training and education, socially significant results of educational activities.

**Key words:** education, education management processes, levels of educational achievement.

**УДК 378.147:510.6**

**Рамський Ю. С., Твердохліб І. А.**
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

## Деякі аспекти навчання математичної логіки студентів інформатичних спеціальностей

***Анотація:*** у статті вказується на важливість змістового оновлення дисципліни «Математична логіка» шляхом включення таких тем, як багатозначні логіки, нечіткі логіки, мінімізація бульових функцій; описано методичні особливості навчання вказаних тем.

***Ключові слова:*** логіка, математична, студент, інформатика.

В умовах стрімкого інформаційно-технічного прогресу, постійного вдосконалення засобів комп'ютерної техніки, створення нових програмних продуктів, розвитку мультимедійних технологій, появі інтелектуальних систем на перший план висувається здатність фахівців до оволодіння прийомами роботи з новими програмними засобами та вміння налаштовувати сучасну комп'ютерну техніку, швидкого оволодівання новими розробками в індустрії інформаційних технологій, що сприятиме утриманню провідних ролей в сучасному інформаційному суспільстві випускниками вищих навчальних закладів. В такій ситуації знання, набуті випускниками ВНЗ швидко "застарівають", стають неактуальними в силу появи принципово нових технологій, прийомів роботи з якими вони не навчені. Тому, постає актуальною проблема фундаменталізації інформатичної освіти, що є однією з головних умов професійної освіти сьогодення.

Швидкий розвиток інформаційних технологій, масове використання їх в усіх галузях людської діяльності спричинюють необхідність постійної модернізації та вдосконалення змісту навчальних дисциплін інформатичного циклу. Це пов'язано з появою нових архітектурних рішень, технологій виробництва компонентів комп'ютерної техніки, переходу до нових стандартів, появою нових версій вже відомого програмного забезпечення і створенням нового, використанням нових мов програмування тощо.

Вважають, що фундаментальні знання – це найбільш стабільні та універсальні загальнотеоретичні знання, зміст яких характеризується максимальною узагальненістю та структурованістю певним чином, різноманітністю внутрішніх та зовнішніх зв'язків [5]. Досягти фундаменталізації знань можливо лише за рахунок чіткого виокремлення фундаментальних основ навчального предмета, що відповідають фундаментальним основам предметної галузі [9, с. 41].

Теоретичні основи інформатики – це розділ інформатики, в якому вивчаються математичні основи побудови та функціонування обчислювальних систем, використовуються математичні методи для побудови та вивчення моделей отримання, опрацювання та передавання даних, описуючи таким чином закономірності перебігу інформаційних процесів в обчислювальних системах [7, с. 127 – 128].

Більшість інформатичних навчальних дисциплін у педагогічному університеті носять прикладний та практичний характер. Проте дуже важливим є сприяння фундаменталізації інформатичної освіти тому, що "…поглиблення прикладної та практичної спрямованості не може бути безмежним, оскільки неминуче натрапить на природні обмеження, породжені відсутністю або недостатністю фундаментальної бази" [4, с. 79].

Серед навчальних дисциплін, що складають ядро теоретичної інформатики можна виокремити такі, дискретна математика як теорія графів, теорія кодування, теорія ймовірностей та математична статистика, дискретна математика, методи обчислень, теорія оптимізації, математична логіка та теорія алгоритмів, математичні основи інформатики, логічні основи інформатики, теорія систем, теорія прийняття рішень, дослідження операцій тощо.

Слід зазначити, що питанням вивчення теоретичних основ інформатики присвячена значна кількість робіт: В.Ю. Бикова, В.М. Глушкова, М.І. Жалдака, Т.Б. Захарової, В.М. Казієва, К.К. Коліна, Т.П. Кобильника, О.А. Кузнєцова, В.В. Лаптєва, М.П. Лапчика, В.С. Ледньова, Т.В. Мінькович, В.М. Монахова, Н.В. Морзе, О.О. Ракітіної, С.А. Ракова, Ю.С. Рамського, Н.І. Рижової, І.Г. Семакіна, С.О. Семерікова, О.М. Спіріна, Ю.В. Триуса, Є.К. Хеннера.

На думку Ю.С. Рамського в теоретичних основах інформатики важливе місце повинне займати вивчення таких дисциплін як математична логіка і теорія алгоритмів та логічні основи інформатики, оскільки питання, пов'язані з логікою функціонування комп'ютерної техніки "належать до найважливіших джерел і постійних факторів розвитку інформатики і є теоретичним фундаментом науково-технічної революції XX століття, … набувають важливого не тільки теоретичного, а й прикладного значення" [6, с. 5].

З проведеного в роботі [11] історико-філософського аналізу становлення логіки легко бачити, що впродовж кількох тисячоліть свого існування логіка виступала засобом переконання аудиторії, потім почала використовуватися як засіб наукового пізнання явищ природи, а згодом – як засіб розв'язування задач обґрунтування математики. Проте з стрімким розвитком обчислювальної техніки у другій половині XX століття інтенсивно почали розвиватися розділи логіки, що орієнтовані на нову проблематику, пов'язану з теоретичними аспектами функціонування комп'ютера, зокрема розділи некласичної логіки, методи мінімізації булевих функцій, теорія комбінаційних схем і скінченних автоматів, використання логічного програмування для створення експертних систем та систем штучного інтелекту.

Як зазначає В. М. Глушков, виникнення та розвиток ЕОМ поставило перед математичною логікою інше завдання – "служить основой автоматизации логического вывода в реально действующих практических системах" [2, с. 121].

З початком вивчення студентами елементів кібернетики та інформатики в вищих навчальних закладах в програми їх підготовки почали включати навчальну дисципліну "Математична логіка", "Математична логіка і теорія алгоритмів", зокрема, і в програми підготовки студентів фізико-математичних спеціальностей педагогічних університетів. За останні півстоліття з'явилася велика кількість навчальних посібників з даної тематики. Варто відмітити, що зміст перших посібників з математичної логіки, авторами яких були відомі вітчизняні та зарубіжні математики А. Н. Колмогоров, А. Г. Драгалин, Л. А. Калужин, Е. Мендельсон, Г. Крейсел, Дж. Л. Крівін, С. К. Кліні, С. Л. Едельман майже не відрізняється від змісту сучасних навчальних посібників з математичної логіки, у зв'язку з відображенням в них фундаментальних питань інформатики та математики. Проведений аналіз навчальних посібників з математичної логіки дає змогу визначити питання, що відносяться науковцями до змісту навчальної дисципліни "Математична логіка і теорія алгоритмів": логіка висловлень, числення висловлень, логіка предикатів, числення предикатів, аксіоматична теорія множин, формальна арифметика, елементи теорії доведення та теорії алгоритмів.

Серед досліджень, присвячених вивченню питань, що належать до математичної логіки та логічних основ інформатики, варто виокремити роботи В. М. Глушкова, Ю. В. Горошка, М. І. Жалдака, О. О. Зінов'єва, І. С. Іваськіва, В. І. Ігошина, А. М. Колмогорова, О. С. Карпенка, А. Є. Конверського, К. М. Любченка, А. О. Папьорнова, Ю. С. Рамського, О. Я. Савельєва, Ю. І. Сінко, О. М. Спіріна, Ю. В. Триуса та ін.

Починаючи з середини минулого століття інтенсивно почали розвиватися розділи логіки, які орієнтовані на глибоку теоретико-пізнавальну проблематику. У зв'язку з бурхливим розвитком інформатики, програмування, дослідження з штучного інтелекту особливо значущими стають нові аспекти логічної науки (зокрема некласичні розділи логіки). В курсі математичної логіки досить детально розглядаються способи опису інформаційної моделі задачі, побудови таблиць істинності, отримання аналітичних форм опису інформаційних моделей, проте зовсім не розглядаються питання мінімізації форми аналітичного подання бульової функції, що є дуже важливим для подальшого синтезу скінченного цифрового пристрою.

Тому, поглибити теоретичну підготовку з інформатики, зробити її справді фундаментальною дисципліною значною мірою можна за рахунок включення до змісту та вивчення тих розділів математичної логіки, які не вивчаються в традиційному курсі логіки, але які є теоретичною базою значної частини інформатики, зокрема низки нових її напрямів, і можуть відіграти значну роль у формуванні інформатичної і професійної культури вчителя математики.

Розглянемо методичні особливості вивчення окремих тем логічних основ інформатики, що доречно було б вивчати в сучасному курсі математичної логіки на інформатичних спеціальностях у вищих навчальних закладах.

***Мінімізація бульових функцій.*** Навчання методів мінімізації бульових функцій відіграє важливу роль в процесі становлення у студентів цілісної системи знань про методи проектування цифрових пристроїв, оскільки є невід'ємною і дуже важливою складовою цього процесу.

Сьогодні розроблено універсальні форми подання бульових функцій, що дає можливість одержати аналітичний вираз довільної функції алгебри логіки безпосередньо з таблиці істинності.

Оскільки між множиною аналітичних описів і множиною схем, через які реалізуються ці функції, є взаємно однозначна відповідність, то пошук канонічної форми запису є початковим етапом синтезу логічних схем. Як відомо логічну функцію схеми, через реалізується заданий алгоритм перетворення сигналів, можна отримати безпосередньо з таблиці істинності, записавши відповідну досконалу диз'юнктивну (ДДНФ) чи досконалу кон'юнктивну нормальну форму (ДКНФ). Зазвичай отримані таким шляхом форми подання логічних функцій мінімізують.

Метою мінімізації логічних функцій є зменшення вартості її технічної реалізації та, відповідно, зменшення розмірів приладу, що синтезується, а критерій, відповідно до якого виконують мінімізацію, далеко не однозначний і залежить як від типу задачі, так і від рівня розвитку технології, а основними вимогами до задачі синтезу є: мінімальне число елементарних кон'юнкцій або диз'юнкцій у логічній формулі й однорідність використовуваних операцій. Окрім вимог мінімізації існує також ряд обмежень і умов на вибір елементної бази для синтезованого пристрою.

Під мінімізацією бульової функції розуміють процес пошуку найбільш короткого запису даної функції у вигляді суперпозиції функцій, що складають яку-небудь фіксовану функціонально повну систему $S$ бульових функцій. Найпростішим вважається подання, в якому міститься найменша кількість суперпозицій. В такому разі для пошуку мінімальної форми запису логічної функції достатньо організувати послідовний перебір всіх функцій системи $S$, потім всіх парних суперпозицій, потрійних і т.д. до отримання бульової функції, що відповідає заданій [1, с. 264]. На практиці користуватися таким алгоритмом мінімізації досить складно, тому для полегшення даного процесу розроблені математичні та графічні методи мінімізації: метод безпосередніх перетворень, метод Квайна, метод Блейка-Порецького, метод Нельсона, метод діаграм Вейча, метод карт Карно тощо.

Оскільки в курсі математичної логіки педагогічного університету детально розглянуті методи отримання ДДНФ бульових функцій, то розглянемо підхід до отримання скороченої за методом Квайна ДНФ бульової функції, заданої таблично, який ґрунтується на виконанні перетворень над логічною формулою з використанням операцій неповного склеювання та поглинання.

*Теорема Квайна:* Якщо в ДДНФ логічної функції провести всі операції неповного склеювання, а потім всі операції поглинання, то отримаємо скорочену ДНФ даної функції, тобто диз'юнкцію всіх її простих імплікант.

З теореми Квайна слідує, що логічна функція має бути задана у вигляді ДДНФ. Тому у випадку довільного подання бульової функції її потрібно спочатку звести до ДДНФ, використовуючи рівносильності логіки висловлень або метод таблиць істинності.

*Приклад 1.* Мінімізувати бульову функцію трьох змінних за методом Квайна

$$F = A\wedge(\overline{(A\vee\bar{B}\vee C)}\vee C)\vee B\wedge(\overline{\overline{(\bar{A}\vee B)\wedge\bar{C}}})$$

*Розв'язування:* Для мінімізації заданої бульової функції за методом Квайна необхідно спочатку отримати її ДДНФ. Побудуємо таблицю істинності функції, попередньо дещо спростивши її:

$$F = A\wedge(\overline{(A\vee\bar{B}\vee\bar{C})}\vee C)\vee B\wedge(\overline{\overline{(\bar{A}\vee B)\wedge\bar{C}}})\equiv A\wedge(\bar{A}\wedge B\wedge C\vee C)\vee B\wedge(\overline{A\wedge\bar{B}\wedge\bar{C}})\equiv$$
$$\equiv A\wedge(\bar{A}\wedge B\wedge C\vee C)\vee B\wedge(\bar{A}\vee B\vee C)$$

**Таблиця 1.** ***Таблиця істинності функції***

| $\lvert A\rvert$ | $\lvert B\rvert$ | $\lvert C\rvert$ | $\lvert\bar{A}\rvert$ | $\lvert\bar{A}\wedge B\wedge C\vee C\rvert$ | $\lvert A\wedge(\bar{A}\wedge B\wedge C\vee C)\rvert$ | $\lvert\bar{A}\vee B\vee C\rvert$ | $\lvert B\wedge(\bar{A}\vee B\vee C)\rvert$ | $\lvert F\rvert$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Аналітичне подання інформаційної моделі заданої функції у вигляді ДДНФ має вигляд:

$$F = \underbrace{\bar{A}\wedge B\wedge\bar{C}}_{I}\vee\underbrace{\bar{A}\wedge B\wedge C}_{II}\vee\underbrace{A\wedge\bar{B}\wedge C}_{III}\vee\underbrace{A\wedge B\wedge\bar{C}}_{IV}\vee\underbrace{A\wedge B\wedge C}_{V}$$

Для отримання простих імплікант функції виконаємо операції неповного склеювання та поглинання для всіх можливих пар конституентів одиниці:

$$I-II:(\bar{A}\wedge B\wedge\bar{C})\vee(\bar{A}\wedge B\wedge C)\equiv(\bar{A}\wedge B\wedge\bar{C})\vee(\bar{A}\wedge B\wedge C)\vee(\bar{A}\wedge B)\equiv\bar{A}\wedge B;$$
$$I-IV:(\bar{A}\wedge B\wedge\bar{C})\vee(A\wedge B\wedge\bar{C})\equiv(\bar{A}\wedge B\wedge\bar{C})\vee(A\wedge B\wedge\bar{C})\vee(B\wedge\bar{C})\equiv B\wedge\bar{C};$$
$$II-V:(\bar{A}\wedge B\wedge C)\vee(A\wedge B\wedge C)\equiv(\bar{A}\wedge B\wedge C)\vee(A\wedge B\wedge C)\vee(B\wedge C)\equiv B\wedge C;$$
$$III-V:(A\wedge\bar{B}\wedge C)\vee(A\wedge B\wedge C)\equiv(A\wedge\bar{B}\wedge C)\vee(A\wedge B\wedge C)\vee(A\wedge C)\equiv A\wedge C;$$
$$IV-V:(A\wedge B\wedge\bar{C})\vee(A\wedge B\wedge C)\equiv(A\wedge B\wedge\bar{C})\vee(A\wedge B\wedge C)\vee(A\wedge B)\equiv A\wedge B;$$

Для пошуку мінімальних форм за методом Квайна зручно користуватися імплікантною таблицею, в якій позначимо входження простих імплікант в конституенти одиниці булової функції.

**Таблиця 2.** ***Імплікантна таблиця булевої функції***

| | $\overline{A}\wedge B\wedge\overline{C}$ | $\overline{A}\wedge B\wedge C$ | $A\wedge\overline{B}\wedge C$ | $A\wedge B\wedge\overline{C}$ | $A\wedge B\wedge C$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $\overline{A}\wedge B$ | $\times$ | $\times$ | | | |
| $B\wedge\overline{C}$ | $\times$ | | | $\times$ | |
| $B\wedge C$ | | $\times$ | | | $\times$ |
| $A\wedge C$ | | | $\otimes$ | | $\otimes$ |
| $A\wedge B$ | | | | $\times$ | $\times$ |

Позначимо знаком $\otimes$ ядро функції – сукупність імплікант, що відповідають одноразово покритим конституантам. В даному прикладі ядром функції буде проста імпліканта $A\wedge C$. Для отримання аналітичного виразу повністю мінімізованої логічної функції потрібно ядро доповнити імплікантами для отримання повного перекриття всіх конституант вихідної бульової функції. Отримаємо дві еквівалентні мінімальні ДНФ функції $F$:

$$F=(A\wedge C)\vee(\overline{A}\wedge B)\vee(A\wedge B)\equiv(A\wedge C)\vee(B\wedge\overline{C})\vee(B\wedge C).$$

Навчання студентів методів мінімізації бульових функцій дає змогу з’ясувати необхідність мінімізації для створення економічно та конструктивно вигідних цифрових пристроїв, впливає на формування важливих компонент системи предметних та професійних компетентностей майбутніх вчителів інформатики. Звичайно, не варто обмежуватися лише аналітичними методами мінімізації бульових функцій. Досить впевнено і легко студенти оволодівають графічними методами мінімізації (метод мінімізаційних кубів Мак-Класкі, карт Карно, діаграм Вейча). Більш детально навчання методів мінімізації бульових функцій студентів інформатичних спеціальностей педагогічних університетів розглянуто в роботах [11, 12].

***Багатозначні логіки.*** Сьогодні, порівняно з початками зародження логіки як науки, з’явилося багато некласичних логічних течій (інтуїціоністська, модальна, релевантна, діалектична, конструктивна, багатозначні логіки, логіка причинності, квантової механіки тощо), проте, логіка як наука є єдиною теорією, оскільки основою і традиційної, і сучасної, і будь-яких напрямів некласичної логіки є спільний предмет і методи. Так, в традиційній логіці використовується метод формалізації у нечистому вигляді, тобто поряд з символьною мовою використовуються елементи природної мови, тоді як сучасна логіка використовується метод формалізації у чистому вигляді.

Багатозначна логіка, як галузь науки не зводиться лише до обчислень, в ній охоплюються загальні питання побудови та обґрунтування обчислень, їх взаємовідношення, зв’язки з двозначною логікою, тобто охоплюються теоретичні дослідження, предметом яких є багатозначні обчислення [3, с. 12]. Основоположником багатозначної логіки є польський логік Я. Лукасевич, який розробив першу теорію тризначної логіки. Виходячи з міркувань, що принцип двозначності не є універсальним і не може бути застосовний до майбутніх ймовірнісних подій, він вводить третє значення істинності висловлення, яке, на відміну від логічного нуля (0) та одиниці (1), позначається $1/2$, інтерпретується як “невизначено”, “нейтрально”, і може тлумачитися у вигляді положення: “може бути істинним, а може бути хибним”.

В тризначній системі Я. Лукасевича за вихідні логічні зв’язки приймаються заперечення та імплікація, визначення яких збігається з визначенням даних логічних операцій в булевій логіці, за умови набуття значень істинності з множини $\{0,1\}$, а використовуючи рівносильності бульової алгебри ( $x\vee y\equiv(x\to y)\to y$, $x\wedge y\equiv\overline{(\overline{x}\vee\overline{y})}$, $x\leftrightarrow y\equiv(x\to y)\wedge(y\to x)$ ), можна виразити й інші логічні операції [10].

Враховуючи наведені рівносильності, побудуємо таблиці істинності основних логічних операцій в тризначній логічній системі Я. Лукасевича.

***Таблиця 3.*** **Таблиці істинності логічних операцій в тризначній логіці Я. Лукасевича**

| $x$ | $\overline{x}$ |
|---|---|
| 1 | 0 |
| $1/2$ | $1/2$ |
| 0 | 1 |

а) заперечення

| $x\to y$ | 1 | $1/2$ | 0 |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | $1/2$ | 0 |
| $1/2$ | 1 | 1 | $1/2$ |
| 0 | 1 | 1 | 1 |

б) імплікація

| $x\wedge y$ | 1 | $1/2$ | 0 |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | $1/2$ | 0 |
| $1/2$ | $1/2$ | $1/2$ | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |

в) кон’юнкція

| $x\vee y$ | 1 | $1/2$ | 0 |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| $1/2$ | 1 | $1/2$ | $1/2$ |
| 0 | 1 | $1/2$ | 0 |

г) диз’юнкція

| $x\leftrightarrow y$ | 1 | $1/2$ | 0 |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | $1/2$ | 0 |
| $1/2$ | $1/2$ | 1 | $1/2$ |
| 0 | 0 | $1/2$ | 1 |

д) еквіваленція

Визначення кількості можливих варіантів комбінацій значень істинності пропозиційних змінних в тризначній логіці визначається за формулою $3^n$, тоді як в двозначній – $2^n$, де $n$ – кількість елементарних висловлень у логічній формулі, а основа визначається за кількістю можливих значень істинності логічної змінної.

*Приклад 2*. Побудувати таблицю істинності логічної функції в тризначній логіці Я. Лукасевича.

$$F = (\bar{x} \wedge y) \to \bar{x} \wedge (\bar{y} \vee x)$$

*Розв'язування:* Виходячи із формули для побудови таблиці істинності в тризначній логіці,в такій таблиці буде 9 рядків.

***Таблиця 4.*** **Таблиця істинності логічної функції**

| $\|x\|$ | $\|y\|$ | $\|\bar{x}\|$ | $\|\bar{y}\|$ | $\|\bar{x} \wedge y\|$ | $\|\bar{y} \vee x\|$ | $\|\bar{x} \wedge (\bar{y} \vee x)\|$ | $\|F\|$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1/2 | 0 | 1/2 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1/2 | 1 | 1/2 | 0 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1 |
| 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1 |
| 1/2 | 0 | 1/2 | 1 | 0 | 1 | 1/2 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1/2 | 1 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

Окрім табличного способу визначення логічних операцій в тризначній логіці застосовують також метод рівносильностей, використовуючи спеціальне позначення логічних операцій, введене Я. Лукасевичем.

***Таблиця 5.*** **Рівності для визначення логічних операцій в тризначній логіці Я. Лукасевича**

| ***Логічна операція*** | ***Позначення*** | ***Визначальна рівність*** | ***Приклад*** |
|---|---|---|---|
| Заперечення | $N$ | $\|Nx\| = 1 - \|x\|$ | *Якщо* $\|x\| = 0$, *тоді* $\|Nx\| = 1 - \|x\| = 1 - 0 = 1$ |
| Імплікація | $C$ | $\|Cxy\| = \min(1,\ 1 - \|x\| + \|y\|)$ | $\|C1, \tfrac{1}{2}\| = \min(1,\ 1 - 1 + \tfrac{1}{2}) = \min(1, \tfrac{1}{2}) = \tfrac{1}{2}$ |
| Кон'юнкція | $K$ | $\|Kxy\| = \min(\|x\|,\ \|y\|)$ | $\|K1,0\| = \min(1,\ 0) = 0$ |
| Диз'юнкція | $A$ | $\|Axy\| = \max(\|x\|,\ \|y\|)$ | $\|A0, \tfrac{1}{2}\| = \max(0, \tfrac{1}{2}) = \tfrac{1}{2}$ |

Під час вивчення теми «Багатозначні логіки» варто ввести поняття тавтології в тризначній логіці, показати, що всі формули, які є тавтологіями в логічній системі Я. Лукасевича, є тавтологіями в двозначній логіці, а тавтології булевої алгебри не завжди будуть тавтологіями в тризначній логіці; ознайомити студентів з іншими тризначними системами Б. Гейтінга, Л. Брауера, Д. Бочвара, С. Кліні, С. Холдена, чотиризначними та $k$-значними логіками.

Важливість навчання багатозначної логіки зумовлюється застосуваннями її в теорії конструювання цифрових пристроїв, в дослідженні проблем штучного інтелекту, теоретичному програмуванні а також для формалізації висловлювань, значення істинності яких залежить від контексту.

***Нечіткі логіки.*** Вагоме місце серед усього різноманіття некласичних логічних течій займають нечіткі логіки, що знаходять застосування в експертних системах, способах подання знань і в системах штучного інтелекту, широко використовуються для розв'язування задач управління та прийняття рішень в умовах невизначеності. Так, нечітке управління виявляється надзвичайно корисним, коли технологічні процеси є досить складними для їх опису та аналізу з використанням класичних методів, або за умов неякісної, неточної чи невизначеної інтерпретації вхідних даних [14, 15].

Багаторазові спроби науковців побудувати ефективні експертні системи та дослідження процесу людського мислення дали змогу зробити висновки про те, що людина, на відміну від цифрових машин, здатна приймати правильні рішення в умовах наявності неповних та нечітких відомостей. Тому важливим виявилося розв'язання проблеми створення управлінських цифрових систем на основі нечіткої логіки.

В рамках класичної логіки висловлень та предикатів неможливо враховувати різні ступені невизначеності, притаманні реальним системам. Натомість в нечіткій логіці вводиться низка можливих значень істинності висловлень (правильно, неправильно, не зовсім правильно, майже правильно, зовсім помилково тощо), яким ставиться у відповідність певне значення істинності. В цьому випадку предикатами будуть функції, через які відображаються значення істинності логічних висловлень не на множині $\{0,1\}$, а на будь-якій кількість дійсних значень з множини $[0,1]$. Нечітка логіка займається вивченням множин і предикатів вказаного типу, і в ній розглядаються такі поняття, як нечіткі множини, нечіткі відношення та нечіткі квантори [13, с. 443 – 444].

Досить детально описано основні поняття теорії нечітких множин, введено поняття функції належності, лінгвістичної змінної, розглянуто логічні операції над нечіткими множинами, їх властивості та основні етапи логічного виводу в нечітких системах в роботі [8].

Розглянемо приклад виконання логічних операцій над нечіткими множинами.

*Приклад 3.* Знайти включення, доповнення, перетин, об’єднання, різницю та диз’юнктивну суму нечітких множин $A = 0{,}2/x_1 + 0{,}4/x_2 + 0{,}9/x_3 + 1/x_4$ та $B = 0{,}1/x_1 + 0{,}2/x_2 + 0{,}6/x_3 + 0{,}6/x_4$.

*Розв’язування.* Множини $A$ та $B$ не є рівними. Множина $B$ міститься в $A$, тобто множина $A$ є домінуючою. Доповненням до $A$ є нечітка множина $\overline{A} = 0{,}8/x_1 + 0{,}6/x_2 + 0{,}1/x_3 + 0/x_4$, а доповненням до $B$ є $\overline{B} = 0{,}9/x_1 + 0{,}8/x_2 + 0{,}4/x_3 + 0{,}4/x_4$.

$$A \cap B = 0{,}1/x_1 + 0{,}2/x_2 + 0{,}6/x_3 + 0{,}6/x_4.$$

$$A \cup B = 0{,}2/x_1 + 0{,}4/x_2 + 0{,}9/x_3 + 1/x_4.$$

$$A - B = A \cap \overline{B} = 0{,}2/x_1 + 0{,}4/x_2 + 0{,}4/x_3 + 0{,}4/x_4.$$

$$B - A = B \cap \overline{A} = 0{,}1/x_1 + 0{,}2/x_2 + 0{,}1/x_3 + 0/x_4.$$

$$A \oplus B = (A - B) \cup (B - A) = \left(A \cap \overline{B}\right) \cup \left(B \cap \overline{A}\right) = 0{,}2/x_1 + 0{,}4/x_2 + 0{,}4/x_3 + 0{,}4/x_4$$

Оскільки в прикладі множина $A$ є домінуючою над $B$, то перетин множин $A \cap B$ збігається з множиною $B$, а об’єднання множин $A \cup B$ – з множиною $A$.

Важливість вивчення нечіткої логіки зумовлена широким її застосуваннями в науці і техніці, а саме: використання теорії нечіткого логічного виведення дає змогу створювати ефективні системи оцінювання ризиків та прибутковості інвестиційних проектів, моделювання кризових ситуацій, бізнес-прогнозування, дослідження глобальних політичних рішень, соціологічних, психологічних та економічних процесів; нечітка логіка відіграє важливу роль у створенні систем управління, подання знань та прийняття рішень, розпізнавання образів, знаходить застосування в побутовій електроніці, пристроях управління автомобілем, промисловості та різноманітних експертних системах і системах штучного інтелекту.

Студентам варто наголосити на тому, що нечітка логіка не заміняє класичну логіку, традиційні методи управління цифровими системами, а використовується в поєднанні з класичними логічними системами, що сприяє спрощенню створення та розширення можливостей використання класичних логічних систем.

Таким чином вивчення основ теорії нечітких множин та логіки нечіткого виведення, багатозначних логік і методів мінімізації булевих функцій є необхідною складовою фахової підготовки студентів інформатичних спеціальностей, відіграє важливу роль в процесі формування фахових компетентностей майбутніх фахівців в галузі інформаційних технологій, і тому має бути невід’ємною складовою сучасного курсу математичної логіки, оскільки саме ці питання виходять на провідні місця в сучасній логіці, науці та техніці, є тими орієнтирами, на які спирається і буде спиратися подальший розвиток комп’ютерної техніки.

## Список використаних джерел


1. Глушков В.М. Синтез цифровых автоматов / Виктор Михайлович Глушков. – М.: Физматлит, 1962. – 476 с.
2. Глушков В.М. Кибернетика. Вопросы теории и практики / Виктор Михайлович Глушков. – М.: Наука, 1986. – 488 с.
3. Зиновьев А.А. Философские проблемы многозначной логики / Александр Александрович Зиновьев / Вступ. ст. В.А. Лекторского. Изд. 2-е, испр. И доп. – М.: Издательство ЛКИ, 2010. – 144 с. (Из наследия А.А. Зиновьева)
4. Кобильник Т.П Фундаментальність інформатичної освіти // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія № 2. Комп’ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць / Редрада. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2007. – № 5 (12). – С. 78 – 81.
5. Лаптев В.В. Методическая теория обучения информатике. Аспекты фундаментальной подготовки / В.В Лаптев, Н.И. Рыжова, М.В. Швецкий. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2003. – 352 с.
6. Рамський Ю.С. Логічні основи інформатики: навч. посіб. / Юрій Савіянович Рамський. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2003. – 286 с.: іл.
7. Рамський Ю.С. Формування інформатичної культури майбутніх вчителів математики: монографія / Юрій Савіянович Рамський. – К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2013. – 366 с.: іл. – Бібліогр.: с. 335 – 366.

8. Рамський, Ю. С. Основи нечіткої логіки – важливий компонент фахової підготовки майбутніх вчителів інформатики / Ю. С. Рамський, І. А. Твердохліб // Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. Серія 2 : Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: зб. наук. пр. – Київ : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2016. – Вип. 18 (25). – С. 6 – 12.

9. Семеріков С.О. Фундаменталізація інформатичної освіти // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць / Редрада. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2009. – № 7(14). – С. 40 – 49.

10. Твердохліб І.А. Методичні аспекти вивчення багатозначних логік в курсі логічних основ інформатики / І.А. Твердохліб // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка [Текст]. Вип. 113 / Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка; гол. ред. Носко М.О. – Чернігів: ЧНПУ, 2013. (Серія: педагогічні науки) – С. 150 – 157.

11. Твердохліб І.А. Навчання логічних основ інформатики студентів фізико-математичних спеціальностей педагогічних університетів [Текст] : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / І. А. Твердохліб ; наук. керівник Ю. С. Рамський ; М-во освіти і науки України, Нац пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. – Київ, 2014. – 236 с.

12. Твердохліб І.А. Навчання мінімізації бульових функцій як невід'ємна складова вивчення логічних основ інформатики / І.А. Твердохліб // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць / Редрада. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014. – № 14 (21). – С. 59 – 65.

13. Тлумачний словник з інформатики / Г.Г. Півняк, Б.С. Бусигін, М.М. Дівізінюк та ін.. – Дніпропетровськ, Національний гірничий університет., 2010. – 600 с.

14. Хаптахаева Н.Б. Введение в теорию нечетких множеств: Учебное пособие. – Часть 1 / Н.Б. Хаптахаева, С.В. Дамбаева, Н.Н. Аюшеева. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. – 68 с.: ил.

15. Fuzzy Logic – Algorithms, Techniques and Implementations, Edited by Elmer P. Dadios. – Rijeka: InTech, 2012. – p. 293.

**Некоторые аспекты изучения математической логики студентов информационных специальностей**

***Рамский Ю.С., Твердохлеб И.А.***

***Аннотация:*** в статье рассматриваются проблемы обновления содержания дисциплины «Математическая логика» путем включения таких тем, как многозначные логики, нечеткие логики, минимизация булевых функций; описаны методические особенности изучения указаных тем.

***Ключевые слова:*** логика, математическая, студент, информатика.

**SOME ASPECTS OF TEACHING MATHEMATICAL LOGIC OF STUDENTS OF INFORMATICS SPECIALTIES**

***Yuri Ramsky, Igor Tverdokhlib***

***Annotation:*** The article describes the importance of content updating of the course "Mathematical Logic" by including topics such as multi-valued logic, fuzzy logic, minimization of Boolean functions; describes the methodological features of teaching these topics.

***Keywords:*** logic, mathematics, student, informatics.

**УДК 373:1.37**

**Вельбицький І. В.[1], Дем'яненко В. Б.[2]**

[1]президент Фонду В.М. Глушкова.

[2]Національний центр «Мала академія наук України», Київської Малої академії наук України.

**Програмування без мов програмування.**
**Графічна поліглот-концепція програмування**

**Анотація.** У статті описано графічну поліглот-концепцію програмування, її переваги і перспективи використання. Для запису програм в графічному середовищі програмування використовуються математично строго визначені логічні і абстрактні схеми, для побудови яких не вимагається синтаксис певних мов програмування.

**Ключові слова:** графічне середовище програмування, графи, логічні і абстрактні R-схеми програм, графічна поліглот-концепція програмування.

Нині досвід розбудови розвинених країн переконує, що найбільш перспективною парадигмою розвитку суспільства виступає глобальна модель «суми високих технологій», що базується на сучасній світовій інформаційно-комунікаційній структурі, яка розвивається швидкими темпами. Передові країни світу розбудовують новий технологічний уклад, за якого забезпечуються інтенсивні взаємозв'язки та взаємозбагачення різних технологічних напрямів (мікроелектроніка, нанотехнології, інформатика, біотехнологія та інші). Розвиток індустрії інформаційних технологій та програмного забезпечення визначально впливає на розвиток галузей економіки, вона є високотехнологічною й високорентабельною сферою. І особливість полягає в тому, що в разі їх використання не