

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНИЙ МЕТОДИЧНИЙ КАБІНЕТ З ВИЩОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ

І.Є. Булах,
Ю.Є. Лях,
І.І. Хаїмзон

МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА

Підручник
для студентів II курсу медичних спеціальностей
у трьох частинах

ЧАСТИНА II

Затверджено ЦМК з ВМО МОЗ України
як підручник для студентів вищих медичних
навчальних закладів IV рівня акредитації

КИЇВ
МАЙСТЕР -КЛАС
2007

ББК 28.07+34.7
УДК 577.3+615.478
Б 90

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Микаров В.Л. – доктор фіз.-мат. наук, професор, чл.-кор. НАН України, зав. відділом обчислювальної математики Інституту математики НАНУ.
Коваленко Ю.В. – доктор фіз.-мат. наук, професор Київського національного університету.

Б90 Булах І.Є., Лях Ю.Є., Хаїмзон І.І.
Медична інформатика. Частина II: Підручник. – К.: Майстер-клас, –
2007 – 72 с.
ISBN 978-966-471-005-2

Підручник створено на основі нової редакції навчальної програми дисципліни “Медична інформатика” для студентів II курсу спеціальностей “лікувальна справа”, “педіатрія” і “медико-профілактична справа”, яка враховує вимоги кредитно-модульної системи викладання в світі Болонського процесу.

Частина II підручника містить у собі навчальний матеріал до другого модуля “Медичні знання та прийняття рішень в медицині”. У підручнику розглянуті методи підтримки прийняття рішень та стратегії отримання медичних знань; формальна логіка у вирішенні задач діагностики, лікування та профілактики захворювань; формалізація та алгоритмізація медичних задач; клінічні системи підтримки прийняття рішень, засоби прогнозування та моделювання системи підтримки прийняття рішень; основи доказової медицини.

Структура підручника передбачає можливість його застосування як при традиційній організації процесу навчання, так і у навчанні за дистанційною формою. У кінці кожного розділу подано стислі висновки, питання для самоконтролю.

ББК 28.07+34.7
УДК 577.3+615.478

ЧАСТИНА II ЗМІСТ

8. ФОРМАЛЬНА ЛОГІКА У ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ ДІАГНОСТИКИ, ЛІКУВАННЯ ТА ПРОФІЛАКТИКИ ЗАХВОРЮВАНЬ.....	4
Основи логіки висловлень	4
Логічні операції та таблиці істинності	5
Двійкова система числення та логіка	10
Логічний підхід до діагностики захворювань	13
Практична частина	13
9. МЕТОДИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ. СТРАТЕГІЇ ОТРИМАННЯ МЕДИЧНИХ ЗНАНЬ.....	16
Нейронні мережі	17
Моделі нейронних мереж	21
Алгоритм побудови нейронних мереж	26
Практична частина	30
10. ФОРМАЛІЗАЦІЯ ТА АЛГОРИТМІЗАЦІЯ МЕДИЧНИХ ЗАДАЧ.....	36
Основи формалізації та алгоритмізації медичних задач	36
Алгоритми та їх властивості	36
Типи алгоритмів	38
Практична частина	41
11. КЛІНІЧНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ. ЗАСОБИ ПРОГНОЗУВАННЯ. МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.....	43
Моделювання експертних систем	44
Характеристики експертних систем	48
Переваги використання експертних систем	49
Практична частина	51
12. ДОКАЗОВА МЕДИЦИНА	54
Принципи доказової медицини	54
Кокранівське співробітництво	59
Доказова медицина. Довідник	67
Практична частина	71

МОДУЛЬ №2. Медичні знання та прийняття рішень в медицині.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ №3. Медичні знання та прийняття рішень.

8. ФОРМАЛЬНА ЛОГІКА У ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ ДІАГНОСТИКИ, ЛІКУВАННЯ ТА ПРОФІЛАКТИКИ ЗАХВОРЮВАНЬ.

Конкретні цілі заняття

Інтерпретувати основні поняття формальної логіки.

Аналізувати складені висловлення.

Демонструвати вміння використовувати логічні функції для розв'язання медико-біологічних задач

Базовий рівень підготовки

Елективний курс «Європейський стандарт комп'ютерної грамотності. Володіти навичками роботи з програмним забезпеченням комп'ютера: вміти завантажувати табличний процесор, вводити дані та формули до таблиць, виконувати елементарні операції над табличними.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Основи логіки висловлень

Відомо, що знання логіки підвищує загальну інтелектуальну культуру людини, сприяє формуванню логічно правильного мислення, основними рисами якого є чітка визначеність послідовність, несуперечність та доказовість. Освоєння логічної науки дає можливість свідомо будувати правильні міркування, відрізнити їх від неправильних, уникати логічних помилок, вміло і ефективно обґрунтувати істинність думок, захищати свої погляди і переконливо спростовувати хибні думки та неправильні міркування своїх опонентів, сприяє удосконаленню стихійно сформованої логіки мислення. Завдяки логіці людина прилучається до новітніх результатів логічних досліджень.

Поняття висловлення

Одним з основних понять логіки є поняття «висловлення». З'ясуємо зміст цього поняття.

Будь-яка діяльність людини так або інакше пов'язана з різними висловленнями. Судження, зауваження, запис, тощо є висловленнями. В алгебрі логіки висловлення є змінною, яка може набувати двох значень і над якою можна виконувати деякі дії. Іншими словами, висловленням називається речення, яке можна оцінити як істинне чи хибне.

Аналогічно змінним звичайної алгебри висловлення позначають буквами якого-небудь алфавіту, наприклад латинського: А, В, Х тощо.

Типи висловлень

Просте висловлення

Висловлення за будовою може бути простим чи складеним.

За своїм змістом висловлення містять одне яке-небудь повідомлення або твердження про існуючий світ. Таке висловлення називається *простим*. Наприклад, «діагноз – інфаркт міокарда»; «у пацієнта спостерігається порушення серцевого ритму».

Складені висловлення (логічні функції)

З простих висловлень за допомогою зв'язок І, АБО та НЕ утворюються складені висловлення, які називають *логічними функціями*. Прості висловлення, з яких утворюється складене, називаються *логічними аргументами*. Речення «Хворий відчуває сильний біль в області щелепи, рот самостійно не закривається, важко ковтати і говорити» є складеним висловленням (логічною функцією «І»).

Проблемне, достовірне, умовне висловлення

Висловлення за своїм змістом може бути проблемним, достовірним або умовним

Проблемне – це висловлення, в якому щось стверджується чи заперечується з певним ступенем припущення. Наприклад, «причиною головного болю є, мабуть, підвищений тиск».

Достовірне – це висловлення, що містить знання, обґрунтовані та перевірені практикою. Наприклад, «людина дихає киснем».

Умовне – це висловлення, в якому відображається залежність того чи іншого явища від тих чи інших обставин і в якому підстава і наслідок з'єднуються за допомогою логічного сполучника «якщо ... , то ... » Наприклад, «якщо діагноз інфаркт міокарда, то спостерігається порушення серцевого ритму». Отже в умовному висловленні треба розрізнити підставу і наслідок.

Множина значень висловлення

Будь-яке висловлення може відповідати або не відповідати дійсності. У першому випадку воно називається *істинним*, у другому – *хибним*. Істинне висловлення можна позначити символом 1, а хибне – символом 0 або навпаки. Таке позначення є умовним. Можна також використовувати інші символи-позначення: істинне висловлення позначити символом І, а хибне – Х. Таким чином, не зважаючи на різноманітність висловлень, усі вони в алгебрі логіки можуть набувати тільки двох значень: 1 або 0.

Існують висловлення, які завжди істинні. Наприклад, «Людина дихає киснем», «Пневмонія – запалення легень». Позначивши наведені висловлення через Х і У відповідно, можна записати

$$X = 1, Y = 1.$$

Існують висловлення, які завжди хибні. Наприклад, «Анемія – це серцева недостатність», «Для розвитку живого організму потрібен нікотин». Позначивши їх через S і P відповідно, можемо записати

$$S = 0, P = 0.$$

Більшість висловлень можуть бути істинними або хибними залежно від обставин. Висловлення «шкіра людини блідо-рожевого кольору» істинне лише для здорової людини, в інших випадках (якщо відбулося відмороження шкіри, вияв алергічної реакції тощо) воно хибне.

Алфавіт логіки висловлень

В сучасній логіці є спеціальний розділ про складні висловлювання - логіка висловлювань. В логіці висловлювань використовується штучна мова, яка має такі знакові засоби (алфавіт логіки висловлювань):

Змінні логіки висловлювань – А, В, С, D, ... (пропозиційні змінні) позначають прості висловлювання.

Знаки логічних сполучників: \wedge - кон'юнкція; \vee - диз'юнкція; \rightarrow - імплікація; \leftrightarrow - еквіваленція; \neg - заперечення;

Технічні знаки (дужки, кома).

Логічні операції та таблиці істинності.

Бінарні і унарні оператори.

Логіка оперує скінченим числом операторів. Множину логічних операторів поділяють на дві групи:

Бінарні оператори використовують дві логічні змінні. Сюди належать оператори «І», «АБО».

Унарні оператори використовують одну логічну змінну. Цю групу утворює оператор заперечення «НЕ».

Операція заперечення.

Домовимося позначати прості висловлення літерами латинського алфавіту: А, В, С... Значення істинності будемо скорочено позначати цифрою 1 для «ІСТИНА» і 0 для «ХИБА».

Розгляд логічних операцій розпочнемо з найпростішої – операції *заперечення*, яка відповідає в звичайній мові частці «не». Цю операцію позначають знаком \neg (інколи висловлення $\neg A$ позначають також \bar{A}). Висловлення $\neg A$ читається так: «не А».

Якщо А – деяке висловлення, наприклад, «у пацієнта виявлено пневмонію», то $\neg A$ – нове складене висловлення «у пацієнта не виявлено пневмонію». Легко бачити, що якщо А – істинне висловлення, то $\neg A$ – хибне і навпаки. Цей факт покладено в основу визначення логічної операції « \neg »:

Висловлення називається запереченням висловлення А, якщо воно істинне, коли А – хибне і хибне, коли А – істинне. Дію операції подамо у вигляді *таблиці* (або матриці) *істинності* для заперечення

Таблиця 8.1. Таблиця істинності для заперечення

A	$\neg A$
1	0
0	1

Операція кон'юнкції

Наступна логічна операція – *кон'юнкція*, яка відповідає в звичайній мові сполучнику «і». Позначається кон'юнкція символом « \wedge », який ставиться між висловленнями. Якщо А і В – висловлення, то $A \wedge B$ – складене висловлення (читається «А і В»).

Нехай А – висловлення: «У хворого підвищена температура», а В – «У хворого підвищений тиск». Тоді $A \wedge B$ буде висловленням «У хворого підвищена температура і підвищений тиск». Утворене висловлення істинне тільки тоді, коли істинні обидва висловлення, що входять до нього. Тобто, операція кон'юнкції визначається таким чином:

Кон'юнкцією висловлень А і В називається таке висловлення, яке істинне тоді і тільки тоді, коли істинні висловлення А і В. Таблиця істинності кон'юнкції подана нижче.

Наведена таблиця є таблицею множення двох чисел 0 і 1. Тому кон'юнкцію називають ще *логічним множенням* і записують: $A \wedge B = A \cdot B$.

Таблиця 8.2. Таблиця істинності для кон'юнкції

A	B	$A \wedge B$
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

Таблиця 8.3. Таблиця істинності для диз'юнкції

A	B	$A \vee B$
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Операція диз'юнкції

Слідуюча логічна операція – *диз'юнкція*, яка відповідає в звичайній мові сполучнику «або». Відразу ж слід зазначити той факт, що сполучник «або» має в українській мові (і в багатьох інших європейських мовах) два різних значення. В одному випадку ми говоримо про «або», *що виключає*, а в іншому – про «або», *що не виключає*. Різниця в наступному. Якщо ми маємо два висловлення А і В і обидва висловлення хибні, то, без сумніву, складне висловлення «А або В» слід вважати хибним. Якщо А – істинне, а В – хибне (чи В – істинне, а А – хибне), то також очевидно, що «А або В» слід розглядати як істинне; це цілком відповідає змісту слова «або» в українській мові. Але як слід розглядати складне висловлення «А або В», якщо А і В істинні: як істинне чи хибне? У випадку, коли вказанне висловлення вважається істинним, ми кажемо, що маємо справу з «або», *що не виключає*, в іншому – з «або», *що виключає*. Логічна операція, яка відповідає «або», *що не виключає* в логіці висловлень називається *диз'юнкцією*. Вона позначається знаком « \vee ». З наведених вище міркувань маємо *наступне визначення*:

Диз'юнкцією висловлень А і В називається таке висловлення, яке хибне тоді і тільки тоді, коли хибні висловлення А і В. Таблиця істинності диз'юнкції подана вище.

Наведемо приклад. Якщо за А взяти висловлення «Передбачуваний діагноз – ангіна», а за В взяти висловлення «Передбачуваний діагноз –», то $A \vee B$ є висловленням «Передбачуваний діагноз – ангіна або катар верхніх дихальних шляхів».

Часто диз'юнкцію називають логічною сумою і записують $A \vee B = A + B$. Пояснюють це тим, що перші три співвідношення таблиці є результатом додавання двох чисел 0 і 1.

Розглянуті три операції є фундаментальними (основними) операціями алгебри логіки.

Операція імплікації

Однією з важливих операцій логіки висловлень є *імплікація*. Ця операція позначається « \rightarrow ». Імплікація визначається наступним чином:

Імплікацією висловлень А і В називається таке висловлення, яке є хибним лише тоді, коли антецедент (перша частина імплікації - висловлення А) є істинним, а консеквент (друга частина імплікації - висловлення В) – хибним, в усіх інших випадках висловлення $A \rightarrow B$ є істинним. Таблиця істинності імплікації подана нижче.

Операція еквівалентності

Введемо останню логічну операцію – *еквівалентність*. Вона позначається знаком « \leftrightarrow ». Складне висловлення « $A \leftrightarrow B$ » читається так: «А еквівалентно В». Означимо цю операцію:

Еквівалентністю (подвійною імплікацією) висловлень А і В називається таке висловлення, яке є істинним тоді і тільки тоді, коли висловлення А і В одночасно істинні або хибні. Таблиця істинності еквівалентності подана нижче.

Таблиця 8.4. Таблиця істинності імплікації

A	B	$A \rightarrow B$
1	1	1
1	0	0
0	1	1
0	0	1

Таблиця 8.5. Таблиця істинності еквівалентності

A	B	$A \leftrightarrow B$
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	1

Діаграми Венна

Діаграми Венна є графічним представленням всіх можливих об'єктів, які належать до деякого класу. (див. рис. 8.1). Прямокутником в діаграмі Венна позначають область деякого класу об'єктів, а конкретний клас позначають кругом. Візьмемо для прикладу, клас тварин. Цей клас може візуалізуватися всіма об'єктами в межах прямокутника – плазуни, ссавці, риби, тощо. Якщо ми хочемо в межах класу представити, наприклад, ссавців, то подаємо всіх ссавців в межах круга, а інших тварин – зовні.

На рисунку 8.1 зображені діаграми Вена, для логічних операцій заперечення (випадок (а)), диз'юнкції (випадок (b)), кон'юнкції (випадок (c)).

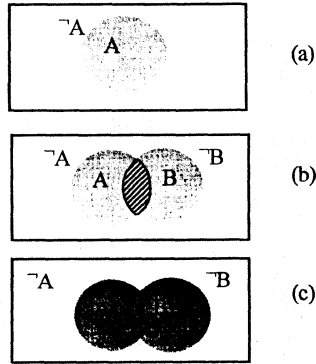


Рис. 8.1. Діаграми Венна

Випадок (а) ілюструє операцію заперечення: область висловлення А позначено кругом, тоді \bar{A} , за означенням, - область зовні круга. Якщо висловлення А набуває значення ІСТИНА, то \bar{A} – ХИБА, і навпаки.

Заштрихована область випадку (b) вказує область висловлення $A \wedge B$, а випадку (c) ілюструє дію операції $A \vee B$.

Властивості логічних операцій

Таблиця 8.6. Властивості логічних операцій

комутативність	$A \vee B = B \vee A$
	$A \wedge B = B \wedge A$
асоціативність	$(A \vee B) \vee C = A \vee (B \vee C);$
	$(A \wedge B) \wedge C = A \wedge (B \wedge C);$
дистрибутивність	$(AB) \wedge C = (A \wedge C) \vee (B \wedge C);$
	$(AB) \vee C = (A \vee C) \wedge (B \vee C);$
закон подвійного заперечення	$\neg(\neg A) = A$
	$(\neg A \wedge A) = 0$
	$(\neg A \vee A) = 1$
закони де Моргана	$\neg(A \wedge B) = (\neg A \vee \neg B);$
	$\neg(A \vee B) = (\neg A \wedge \neg B);$
	$A \vee 0 = A$

	$A \vee 1 = 1;$
закон множення на нуль	$A \wedge 0 = 0;$
закон множення на одиницю	$A \wedge 1 = A$

Логічні оператори та функції

Основні логічні функції.

Із простих висловлень шляхом деякого числа логічних операцій можна будувати складені висловлення, які називають відповідно логічними функціями «І», «АБО» та «НЕ». Ці три функції є фундаментом алгебри логіки, на якому будується вся її теорія. Множину інших логічних функцій можна виразити через основні «І», «АБО» та «НЕ». Наведемо відповідні вираження:

$$A \leftrightarrow B \equiv ((A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A))$$

$$A \rightarrow B \equiv \neg A \vee B.$$

Вживаючи введені логічних операцій, можна, подібно до того як це робиться в алгебрі за допомогою символів +, ·, - будувати скільки завгодно складні вирази.

Наприклад,

$$(A \vee B) \wedge C;$$

$$A \vee (B \wedge C);$$

$$(A \vee \neg A) \wedge (B \rightarrow A);$$

$$((A \wedge B) \rightarrow C) \leftrightarrow \neg A$$

$$(((A \rightarrow B) \vee \neg B) \leftrightarrow (A \wedge C)) \vee (K \wedge C).$$

Розглянемо висловлення: “При відкритому переломі тазу наявні ушкодження зовнішніх тканин тіла (шкіри), сильний біль в ділянці тазу, неможливість самостійно встати або сісти”.

Зробимо наступні позначення: нехай

- A – наявність ушкодження зовнішніх тканин тіла (шкіри);
- B – сильний біль в ділянці тазу;
- C – неможливість самостійно встати;
- K – неможливість самостійно сісти
- 1 – відкритий перелом тазу;

Тоді складна формула $(A \wedge B \wedge (C \vee K)) = 1$ є скороченим записом розглянутого висловлення.

Крім знаків логічних операцій ($\vee, \wedge, \neg, \rightarrow, \leftrightarrow$), латинських літер, що позначають прості висловлення, в наведених формулах присутні (,) – права і ліва дужки. Так, як і в алгебрі, вони служать для вказівки послідовності, в якій слід виконувати операції.

Нехай, маємо висловлення

$$(((A \rightarrow B) \vee \neg B) \leftrightarrow (A \wedge C)) \vee (K \wedge C).$$

Необхідно підрахувати його значення істинності для значень

$$A - I, \quad B - X, \quad C - X, \quad K - I.$$

Підставляємо замість букв ці значення істинності. Отримуємо:

$$(((I \rightarrow X) \vee \neg X) \leftrightarrow (I \wedge X)) \vee (I \wedge X).$$

Операції виконують в тому порядку, як це вказано за допомогою дужок. Застосування кожної операції відбувається згідно таблиці істинності для цієї операції. Таким чином, отримуємо

$$\begin{aligned} & I \rightarrow X = X, \quad \neg X = I, \\ \text{а} & (I \rightarrow X) \vee \neg X = X \vee I = I; \\ \text{отже,} & \\ & I \wedge X = X; \\ \text{далі} & \\ \text{а тому} & (((I \rightarrow X) \vee \neg X) \leftrightarrow (I \wedge X)) = I \leftrightarrow X = X; \\ & (I \wedge X) = X; \\ & (((I \rightarrow X) \vee \neg X) \leftrightarrow (I \wedge X)) \vee (I \wedge X) = X \vee X = X. \end{aligned}$$

Як бачимо, значення істинності всього виразу – значення істинності формули формули логіки висловлення – залежить від значень істинності висловлень, що входять до її складу.

Способи подання логічних функцій

Логічну функцію (складне висловлення) можна задати трьома способами: *словесним, табличним і аналітичним*.

I. При словесному способі подання функція позначається словами, причому опис повинен однозначно визначати всі випадки, коли логічні аргументи набувають своїх можливих значень: X і I. Наприклад, функція дорівнює I, якщо будь-які два аргументи дорівнюють I, а в решті випадків – X.

II. Табличним способом подавання логічної функції є таблиця істинності. При цьому способі, користуючись словесним описом, складають таблицю, в якій враховано всі можливі комбінації значень логічних аргументів і значення функції для кожної комбінації.

III. Аналітичний спосіб – це запис логічної функції у вигляді рівняння, яке дістають з таблиці істинності. Виведення логічного рівняння викликає особливий інтерес, оскільки електронні схеми, застосовні в обчислювальній техніці, будуються на основі задалегідь складених логічних рівнянь.

Двійкова система числення та логіка.

Представлення інформації в комп'ютері. Біт

Для автоматизації роботи з даними різних типів важливо уніфікувати форму їх подання. Для цього використовується прийом кодування. Система кодування, яка використовується в обчислювальній техніці, називається *двійковим кодом* і заснована на поданні даних послідовністю двох знаків 0 і 1. Ці знаки називаються *двійковими цифрами*. Всі дані для обробки на комп'ютері повинні бути перетворені в таку цифрову форму.

Одиницею інформації в комп'ютері є *біт*, тобто *двійковий розряд*, який може набувати значення 0 або 1 (так чи ні, істина чи хибна, тощо). Як правило, команди комп'ютера працюють не з окремими бітами, а з вісьма бітами зразу. Вісім послідовних бітів утворюють байт.

Для розуміння процесів, які відбуваються в обчислювальних пристроях, треба знати правила роботи з такою інформацією, а також способи перетворення інформації із звичайної для нас форми у форму, зрозумілу для ЕОМ.

Системи числення

Поняття системи числення

Системою числення називається сукупність правил і знаків для подання числової інформації.

В наш час відомо багато систем числення: бінарна, трійкова, вісімкова, десяткова, тощо. Всі системи числення можуть бути переведені в будь-яку іншу.

Розрізняють два типи систем числення – позиційні та непозиційні. Система числення вважається позиційною тоді, коли значення кожної цифри залежить і змінюється від її місця в запису числа. Кількість усіх цифр системи числення називається її основою. Цифри, записані в ряд, утворюють число. У конкретному числі кожна цифра займає певну позицію, яку оцінюють «вагою» — показником степеня основи числення.

Десяткова система числення

Найбільш поширеною системою числення є *десяткова* система. Для зображення будь-якого числа в такій системі використовується десять різних цифр, від 0 до 9. Отже, основа такої системи дорівнює 10. У першій справа позиції десяткового числа стоять одиниці. Вважають, що вага цієї позиції дорівнює 10^0 , у наступній позиції стоять десятки – вага її 10^1 і т. д. Присвоєння десяткової ваги кожній позиції, наприклад, десяткового числа 6394 можна подати наступною таблицею:

	11			
Позиція	6	3	9	4
Вага	10^3	10^2	10^1	10^0

Будь-яке десяткове число можна записати в так званій розгорнутій формі. Для цього треба кожну цифру в числі помножити на вагу тієї позиції, в якій вона знаходиться, і всі результати множення підсумувати:

$$6394(10) = 4 \cdot 100 + 9 \cdot 101 + 3 \cdot 102 + 6 \cdot 103.$$

Двійкова (бінарна) система числення

У *двійковій системі числення* для запису будь-якого числа використовуються тільки дві цифри: 0 і 1. Отже, основою такої системи числення є 2. Як і в десятковій системі, кожна цифра двійкового числа займає певну позицію, і кожній позиції відповідає своя вага. Крайня справа позиція в двійковому числі має вагу 2^0 , наступна – 2^1 і т. д. Покажемо на прикладі присвоєння ваги кожній позиції двійкового числа 10101 (читається «один нуль один нуль один»). Маємо розгорнуту форму:

$$10101(2) = 1 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^4 = 21(10).$$

Помноживши і підсумувавши результати в розгорнутій формі двійкового числа за правилами арифметики, дістанемо значення цього числа в десятковій системі числення. У наведеному прикладі двійкове число 10101 має ту саму величину, що й десяткове число 21.

Переведення числової інформації з десяткової системи числення в двійкову

Існує загальне правило переведення чисел з однієї системи в іншу. Згідно з цим правилом перетворюване ціле число треба розділити на основу тієї системи числення, в якій воно повинно бути записане. Зокрема, якщо десяткове число треба записати в двійковій системі числення, то його необхідно розділити на основу цієї системи, тобто на 2. Остача від ділення на 2 може дорівнювати або 0, або 1. Значення остачі присвоюється молодшому розряду шуканого двійкового числа. Результат ділення на першому кроці необхідно розділити ще раз на 2. Остача, 0 або 1, записується в наступний за старшинством розряд двійкового числа. Аналогічну процедуру необхідно повторювати доти, доки частка від чергового ділення не буде дорівнювати нулю. Тоді остача від останнього ділення буде значенням старшого розряду двійкового числа:

Таким чином, в результаті перетворення десяткового числа 6 у двійкову форму дістанемо число 110.

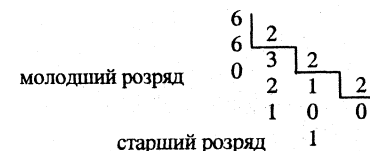


Рис. 8.2. Переведення чисел з однієї системи в іншу

Кодування нечислової інформації

Будь-яка нечислова інформація також може бути закодована за допомогою двох цифр: 0 і 1. Покажемо, як закодувати, наприклад, текст якого-небудь повідомлення, складеного українською мовою. Український телеграфний алфавіт містить 31 літеру (не розрізняються «і» та «ї») Враховуючи ще пропуск між словами, маємо 32 символи, тобто 25. Отже, кожен символ можна позначити п'ятизначним двійковим числом.

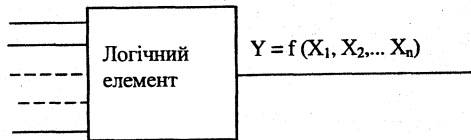
Наприклад,			
A – 00000	B – 00010	D – 00100	E – 00110
B – 00001	G – 00011	E – 00101	Ж – 00111
З – 01000	M – 01110	T – 10100	Ш – 10100
И – 01001	H – 01111	У – 10101	Щ – 11011
I, Ī – 01010	O – 10000	Ф – 10110	Ъ – 11100
Й – 01011	П – 10001	Х – 10111	Ю – 11101
K – 01100	P – 10010	Ц – 11000	Я – 11110
Л – 01101	C – 10011	Ч – 11001	Пропуск – 11110

Тоді словосполучення «медична інформатика» у такому кодї має вигляд
 01110 00101 00100 01001 11001 01111 00000 11110 01010 01111 10110 10000 10010 01110
 00000 10100 01001 01100 00000.

За допомогою цифр 0 і 1 можна також закодувати інформацію, яка міститься в якому-небудь малюнку. Для цього малюнок розбивають на маленькі квадрати. Якщо в квадратї переважає чорний колір, його позначають одиницею, в протилежному разї – нулем. Потім, проходячи всі квадрати по рядках зліва направо, а рядки – зверху вниз, записують послїдовність нулів і одиниць

Логїчні елементи в комп'ютерї

В основї роботи обчислювальної техніки лежать елементарні схеми, які називають логїчними елементами та тригерами. На базї цих схем будуються вже більш складні, так званї функціональні вузли ЕОМ: реєстри, лічильники, суматори, дешифратори та ін. Останні, в свою чергу, використовуються в пристроях ЕОМ: в пам'ятї, процесорї, пристроях введення-виведення.



Логїчними елементами називаються електронні моделї логїчних функцій. З'єднуючи такі схеми-моделї між собою, можна будувати різні автоматичні пристрої.

У загальному виглядї логїчний елемент можна подати у виглядї електронного блока, який має кілька входів і один вихід (рис. 8.3).

Рис. 8.3. Логїчний елемент

На будь-який з входів можна подати напругу від зовнішнього джерела. Якщо на вхід подано напругу строго визначеної величини, то стан входу при цьому позначається символом 1. Якщо напруга на даному входї відсутня або дуже мала, то такий стан позначається символом 0. Аналогічні міркування наводяться й для виходу: якщо в результатї дії двох вхідних напруг з'являється напруга на виходї, то вважають, що Y = 1, у протилежному разї Y = 0.

Слід зазначити, що може бути й обернене позначення станів входів і виходів, тобто наявність напруги позначається як 0, а відсутність – як 1.

Таким чином, входи логїчного елемента відіграють роль логїчної функції, яка залежно від аргументів набуває одного з двох значень – або 0, або 1.

Логїчний підхід до діагностики захворювань

Логїчний аналіз застосовується в медицині для діагностики захворювань.

Будь-яке захворювання описується комплексом симптомів, характерних для нього, які дають змогу відкинути схожі захворювання. Наявність симптому в хворого позначається символом 1, відсутність симптому – 0. Таким чином, симптоми відіграють роль аргументів, а діагноз захворювань, який може набувати тільки двох значень (або бути істинним для комплексу симптомів, або бути хибним), є логїчною функцією цих аргументів.

Найбільш простим діагностичним прийомом є пряме зіставлення значень симптомів у хворого і в еталонї захворювання. При повному збігові значень і здійснюється діагностика захворювання. Такий метод застосовується для захворювань, які розвиваються за класичною схемою. Проте досвідчений лікар знає, що дуже рїдко патологічні процеси в організмі протікають у відповідності з описами, поданими в підручнику.

Більш складним логїчним методом є порівняння всіх можливих комбінацій значень симптомів (наприклад, беруть усі комбінації значень у різних сполученнях з трьох симптомів) з даними, які містяться в перевірених історїях хвороби. При порівнянні кожна така комбінація характерна для певного числа випадків N1 якого-небудь захворювання А і певного числа випадків N2 інших захворювань.

Якщо N1 > N2, то комбінація вважається інформаційною для діагностики захворювання А. Суть даного логїчного методу полягає у визначенні всіх інформаційних, взаємодоповнюючих комбінацій, за якими ставиться діагноз.

Практична частина

Дано логїчний вираз: $((A \wedge B) \rightarrow C) \vee \neg A \leftrightarrow (A \wedge C)$. Підрахувати його значення істинності для значень

A – І, B – Х, C – І.

Довести тотожності:

$$A \leftrightarrow B \equiv ((A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A))$$

$$A \rightarrow B \equiv \neg A \vee B$$

Розрахунок ідеальної маси тіла. За поданою таблицею провести відповідно до даних моніторингу обчислення та зробити висновки.

№	Пацієнт (ФІО)	Вимірювані показники		Ідеальна маса тіла (кг)	Індекс Кетє	Висновок лікаря
		Маса тіла (кг)	Зріст (см)			
1	Горлова Т.І	79	164			
2	Карбишев О.П.	73	180			
3	Соручан Р.Д.	62	165			
4	Маліновський Р.Д.	89	161			
5	Жданов А.П.	78	179			
6	Пушкарьова К.В.	56	162			

Вставити формули до стовпчиків відповідно до описаних нижче.

Ідеальна маса тіла за Купером:

- для жінок: маса тіла (кг) = $(\text{зріст(см)} * 3,5 / 2,54 - 108) * 0,453$;
- для чоловіків: маса тіла (кг) = $(\text{зріст(см)} * 4,0 / 2,54 - 128) * 0,453$.

Індекс маси тіла (індекс Кетє) використовується для діагностики типів ожиріння за антропометричними показниками і визначається за формулою: $IMT = \text{маса тіла (кг)} / \text{зріст (м)}^2$.

В нормі індекс маси тіла для дорослих чоловіків і жінок лежить в межах 18,5-24,9 кг/м². При індексі в 25,0-29,9 кг/м² констатують наявність зайвої ваги, однак це ще не діагноз ожиріння. При ожирінні 1-го ступеня ІМТ знаходиться в межах 30,0-34,9 кг/м²; при 2-му ступені: 35,0-39,9 кг/м²; більше 40,0 кг/м² - ожиріння 3-го ступеня.

В стовпчику Висновок лікаря автоматично, відповідно до проведених розрахунків система констатує норму чи певний тип ожиріння.

Оформити і розрахувати таблицю калькуляції вартості ремонту кабінету фіз. процедур.

№	Назва	Кількість	Ціна одиниці товару.	Фактичні витрати, грн.	Заплановані витрати, грн.	Примітка
1.	Двері	2 шт.			356	
2.	Вікна пластикові	3 шт.			1000	
3.	Ламінат	28 м ²			2900	
4.	Шпалери	10 рулонів			700	
5.	Фарба масляна біла	2 л.			50	
			Всього, грн			

Витратні матеріали запропонували фірми та магазини.*

Назва товару	Академія будівництва	Скорт	ASD	Fram	Стройся	Эпицентр
Двері	35	33	31.5	32.8	40	38
Вікна пластикові	75	100	98	89	95.5	100
Ламінат	20	18	33	36	34	33
Шпалери	15	10	10.5	12.3	16	13
Фарба масляна біла	5	3	4.5	2.6	5	3

* Ціни указані в у.о.

Шляхом розрахунку з'ясувати, до якої фірми слід звернутися, щоб не перевищити запланованих витрат. В Примітках відобразити наступну інформацію:

- в разі перевищення запланованих витрат у відповідній комірці з'являється повідомлення "поза бюджетом";
- в іншому випадку - " всередині бюджету";
- в останій комірці стовпчика Примітки відображається інформація про можливість заключення договору з однією з фірм.

Створити макет бланку відомості покупки у відповідності зі зразком.

Розрахунок вартості прданого товару

№	Товар	Ціна, грн.	Ціна з ПДВ	Кількість	Вартість
2	Перекис водню 4%				
2	Перманганат калію				
3	Брильянтовий зелений розчин спиртовий 1%				
4	Мазь календули 40г.				
5	Бинт марлевий медичний 7м				
6	Актиферин в краплях 30 мл				
		Вартість покупки			
		Знижка			
		Остаточна вартість			

Введіть формули для підрахунку вартості, знижок, сум. Умови знижок наступні: для покупок до 1000 грн. знижки немає, від 1000 до 5000 грн. знижка складає 5 % від вартості покупки, більше 5000 грн. – знижка 10 % вартості покупки

Питання для самостійної роботи

Що являють собою логічні функції та чим вони відрізняються від звичайних?

Висловлення та їхні характеристики.

Логічні операції над висловленнями.

Подання логічних функцій в аналітичному виді.

Предикат, область визначення предиката.

Логічний підхід до діагностики захворювань.

Рекомендована література

Основні джерела.

1. Handbook of Medical Informatics. Editors: J.H. van Bemmel, M.A. Musen. – <http://www.mieur.nl/mihandbook>; <http://www.mihandbook.stanford.edu>

Л.А.Калужнин. Что такое математическая логика.: М. Наука, 1980- с.8-60.

2. Лазарев Н.И., Вельма С.В. Практикум по информационным технологиям в фармации (на основе интенсивных методик обучения): Учеб. пособие для студентов фармац. вузов. – Х.: Изд-во НФАУ: Золотые страницы, 2002. – 264 с

Додаткові джерела.

1. А. Кофман, Р.Фор. Займемся исследованием операции (перевод с французского) М. Мир 1988 – с. 173-188.

2. О.В. Чалий, В.А. Дяков, І.І Хаїмзон. Основи інформатики.К. „Вища школа”, 2004. – с. 22-62.

9. МЕТОДИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ. СТРАТЕГІЇ ОТРИМАННЯ МЕДИЧНИХ ЗНАТЬ.

Конкретні цілі заняття:

Інтерпретувати основні формальні моделі представлення медичних знань.

Аналізувати принципи побудови й функціонування систем підтримки прийняття рішень у медицині.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Інформацію про спостережувані об'єкти, процеси або явища дістають при вивченні різних фізичних величин. Наприклад, стан організму можна описати системою таких параметрів, як температура тіла, частота пульсу, тиск, дані кардіограми тощо. Деякі величини можуть набувати будь-яких значень у певному інтервалі. Їх називають неперервними, а інформацію, яку вони містять, неперервною або аналоговою. Неперервними величинами є, наприклад, криві зміни маси, температури, відстані тощо. Багато величин можуть набувати лише цілочислових значень. Їх називають дискретними, а інформацію, яку вони містять, – дискретною. Приклади дискретних величин: кількість електронів у атомі, частота пульсу, кількість хворих у відділенні тощо. Таким чином, незважаючи на різноманітність видів, інформація виявляється всього тільки в двох формах – неперервній і дискретній. Будь-яку неперервну величину з певним ступенем точності можна подати в дискретній формі.

Зазвичай, медичними даними вважають тільки ті, що отримують при вимірюванні характеристик пацієнта. Кількість характеристик пацієнта, хворої або здорової людини, чимала. Різноманітні медичні дані за обсягом вміщеної інформації можна поділити на такі види:

- якісні ознаки (нааявність болю, підвищеної температури, колір шкірних покривів, перкусійні та аускультативні феномени);
- одиничні числові дані (вага, артеріальний тиск, температура тіла, кількість лейкоцитів, ШОЕ);
- динамічні дані (електрограми – ЕКГ, ЕЕГ, ЕГГ; реограми РКГ, РЕГ, фонокардіограма);
- статичні картини (рентгенограма, авторадіограма);
- динамічні картини (поле біопотенціалів, електрокардіограма).

Для медичних даних характерні специфічні особливості:

- нечіткість, а іноді й неузгодженість термінології;
- велика кількість якісних ознак, які суб'єктивно оцінюють стан хворого;
- відсутність єдиних алгоритмів опису стану хворого, діагностичного і лікувального процесів;
- недостатній рівень стандартизації медичної документації!;
- значна варіабельність медичних даних, малі вибірки з невідомими законами розподілу, що значно утруднює статистичні розрахунки та побудову відповідних оцінок.

Сьогодні майже неможливо перелічити всі методи, за допомогою яких лікарі одержують медичні дані. Розвиток наук, відкриття нових явищ природи, нові досягнення винахідників весь час розширюють можливості практичної медицини, з'являються нові методи, діагностична та терапевтична апаратура. Розширюється коло медичних характеристик за рахунок появи нових. Збільшується інформативність вже давно існуючих медичних характеристик внаслідок трансформації, якісного вираження їх у числовому, графічному або навіть картинному вигляді. Відповідно, швидко зростає обсяг медичної інформації, з якою доводиться мати справу медичним працівникам усіх рівнів і установ охорони здоров'я,

Прогрес у вирішенні проблем моделювання інтелектуальних систем, до яких відносяться і експертні, обумовлений застосуванням штучних нейронних мереж. Інтелектуальні системи на

основі нейронних мереж дозволяють з успіхом вирішувати проблеми розпізнавання образів, прогнозування, оптимізації, асоціативної пам'яті і керування, тобто ті, де традиційні підходи не завжди мають успішне застосування. Це пов'язано з тим, що метод нейромережевого моделювання дозволяє вирішувати ряд задач у тих областях, де лінійні моделі не можуть бути використані в силу ряду об'єктивних причин. Особливо це стосується обробки даних медичних досліджень.

Як відомо організм людини представляє нелінійну систему і вирішення таких задач як класифікація, прогнозування станів, а також вибір оптимального методу лікування і профілактики захворювань неможливі із застосуванням лінійних математичних методів. Нейронні мережі здатні приймати рішення, ґрунтуючись на схованих закономірностях, що виявляються ними, у багатомірних даних. Відмітна властивість нейромереж й полягає в тому, що вони не програмуються і не використовують ніяких правил висновку для постановки діагнозу, а навчаються робити це на прикладах. У медицині знаходить застосування й інша особливість нейромереж – їхня здатність передбачати тимчасові послідовності. До теперішнього часу розроблений ряд нейромережевих систем фільтрації електрокардіограм, що дозволяють зменшувати нелінійний і нестационарний шум значно краще, ніж методи, що використовувалися раніше.

Незважаючи на значні успіхи в застосуванні нейронних мереж у медицині є ряд проблем з їх упровадженням. Це пов'язано в першу чергу з відсутністю у лікарів інформації про можливості нейронних мереж для вирішення медичних задач, а також доступних практичних посібників з їхнього застосування.

Нейронні мережі

Нейронні мережі – клас аналітичних методів, побудованих на (гіпотетичних) принципах навчання мислячих істот і функціонування мозку, що дозволяють прогнозувати значення деяких змінних у нових спостереженнях на основі результатів інших спостережень (для цих же або інших змінних) після проходження етапу так званого навчання на наявних даних.

Історія нейронних мереж

Вивченню людського мозку – тисячі років. З появою сучасної електроніки, почались спроби апаратного відтворення процесу мислення. Перший крок був зроблений у 1943 р. з виходом статті нейрофізіолога Уоррена Маккалоха (Warren McCulloch) і математика Уолтера Піттса (Walter Pitts) про роботу штучних нейронів і представлення моделі нейронної мережі на електричних схемах.

В 1949 р. опублікована книга Дональда Хебба (Donald Hebb) "Організація поведінки". В ній досліджена проблематика налаштування синаптичних зв'язків.

В 1950-х рр. з'являються програмні моделі штучних нейромереж. Перші роботи провів Натаніел Рочестер (Nathaniel Rochester) з дослідної лабораторії ІВМ. І хоча пізніші реалізації були успішними, його модель зазнала невдачі, оскільки бурхливий зріст традиційних обчислень залишив у затінку нейронні дослідження.

В 1956 р. Дартмутський дослідний проект з штучного інтелекту забезпечив підйом штучного інтелекту, зокрема, нейронних мереж. Стимулювання досліджень штучного інтелекту розгалузилось у двох напрямках: промислові застосування систем штучного інтелекту (експертні системи) та моделювання мозку.

В 1958 р. Джон фон Нейман (John von Neumann) запропонував імітацію простих функцій нейронів із використанням вакуумних трубок.

У 1959 р. Бернард Відров (Bernard Widrow) та Марсіан Хофф (Marcian Hoff) розробили моделі ADALINE та MADALINE (Множинні Адаптивні Лінійні Елементи (Multiple ADaptive LINear Elements)). MADALINE діяла, як адаптивний фільтр, що усував відлуння на телефонних лініях. Ця нейромережа досі в комерційному використанні.

Нейробіолог Френк Розенблатт (Frank Rosenblatt) почав роботу над перцептроном. Одношаровий перцептрон був збудований апаратно і вважається класичною нейромережею. На

той час перцептрон використовувався у класифікації множини вхідних сигналів у один з двох класів. На жаль, одношаровий перцептрон був обмеженим і зазнав критики у 1969 р., у книзі Марвіна Мінскі (Marvin Minsky) та Сеймура Пейперта (Seymour Papert) "Перцептрони".

Ранні успіхи, були підставою того, що люди перебільшили потенціал нейронних мереж, зокрема в світлі обмеженої на ті часи електроніки. Надмірне сподівання, яке квітнуло у академічному та технічному світах, заразило загальну літературу цього часу. Побоювання у тому, як ефект "мислячої машини" відіб'ється на людині весь час підігрівався письменниками, зокрема, серія книг Азімова про роботів показала наслідки на моральних цінностях людини, у випадку спроможності інтелектуальних роботів виконувати функції людини.

Ці побоювання, об'єднані з невиконаними обіцянками, викликали множинну розчарувань фахівців, які критикували дослідження нейронних мереж. Результатом було припинення більшості фінансування. Цей період спаду продовжувався до 80-х років.

У 1982 р. відновлення інтересу спричинило декілька подій. Джон Хопфілд (John Hopfield) представив статтю до національної Академії Наук США. Підхід Хопфілда створював кореневі нові підходи до моделювання.

У той самий час у Кіото (Японія) відбулась Об'єднана американо-японська конференція по нейронних мережах, які оголосили досягненням п'ятої генерації. Американські періодичні видання підняли цю історію, акцентуючи, що США можуть залишитись позаду, що привело до зросту фінансування в галузі нейромереж.

З 1985 р. Американський Інститут Фізики розпочав щорічні зустрічі - "Нейронні мережі для обчислень".

В 1989 р. на зустрічі "Нейронні мережі для оборони" Бернард Відров повідомив аудиторії про початок четвертої світової війни, де полем бою є світові ринки та виробництва.

У 1990 р. Департамент програм інноваційних досліджень захисту малого бізнесу назвав 16 основних та 13 додаткових тем, де потрібне та можливе використання нейронних мереж.

Сьогодні, обговорення нейронних мереж відбуваються скрізь. Перспектива їх використання видається досить яскравою, в світлі вирішення нетрадиційних проблем і є ключем до цілої технології. На даний час більшість розробок нейронних мереж принципово працюючі, але можуть існувати процесорні обмеження. Дослідження скеровані на програмні та апаратні реалізації нейромереж. Компанії працюють над створенням трьох типів нейрочипів: цифрових, аналогових та оптичних, що обіцяють бути хвилею близького майбутнього.

Основні поняття про нейронні мережі

Найбільш часто нейронні мережі використовуються для вирішення наступних задач:

- класифікація образів – вказівка на приналежність вхідного образу, представленого вектором ознак, одному або кільком попередньо визначеним класам;
- кластеризація – класифікація образів при відсутності навчальної вибірки з мітками класів;
- прогнозування – передбачення значення $y(t+1)$ при відомій послідовності $y(t_1), y(t_2) \dots y(t_n)$;
- оптимізація – знаходження рішення, що задовольняє систему обмежень і максимізує або мінімізує цільову функцію. Пам'ять, що адресується за змістом (асоціативна пам'ять) – пам'ять, доступна при вказівці заданого змісту;
- управління – розрахунок такого вхідного впливу на систему, за якого система працює по бажаній траєкторії.

Структурною основою нейронної мережі є формальний нейрон. Нейронні мережі виникли із спроб відтворити здатність біологічних систем навчатися, моделюючи низькорівневу структуру мозку. Для цього в основу нейромережової моделі покладається елемент, який імітує у першому наближенні властивості біологічного нейрона – формальний нейрон (далі просто нейрон). В організмі людини нейрони це особливі клітини, здатні поширювати електрохімічні сигнали.

Нейрон має розгалужену структуру для введення інформації (дендрити), ядро і вихід, що розгалужується (аксон). Будучи з'єднаними певним чином, нейрони утворюють нейронну мережу. Кожен нейрон характеризується певним поточним станом і має групу синапсів – односпрямованих вхідних зв'язків, з'єднаних з виходами інших нейронів, а також має аксон – вихідний зв'язок даного нейрона, за яким сигнал (порушення або гальмування) надходить на синапси наступних нейронів (рис. 9.1).

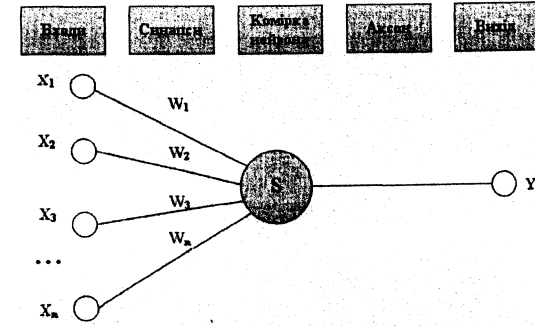


Рис. 9.1. Структура формального нейрона.

Кожен синапс характеризується величиною синаптичного зв'язку або його вагою w_i , що по фізичному змісту еквівалентна електричній провідності.

Поточний стан (рівень активації) нейрона визначається, якщо зважена сума його входів:

$$S = \sum_{i=1}^n x_i \times w_i \quad (1)$$

де множина сигналів, позначених x_1, x_2, \dots, x_n , надходить на вхід нейрона, кожен сигнал збільшується на відповідну вагу w_1, w_2, \dots, w_n , і формує рівень його активації – S . Вихід нейрона є функція рівня його активації:

$$Y = f(S) \quad (2)$$

При функціонуванні нейронних мереж виконується принцип паралельної обробки сигналів. Він досягається шляхом об'єднання великого числа нейронів у так звані шари і з'єднання певним чином нейронів різних шарів, а також, у деяких конфігураціях, і нейронів одного шару між собою, причому обробка взаємодії всіх нейронів ведеться пошарово.

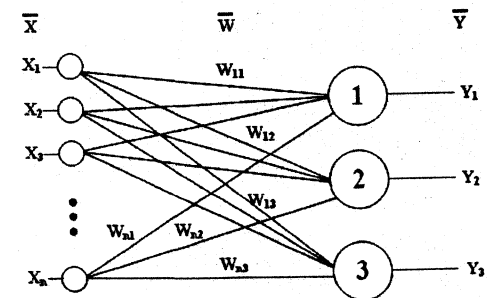


Рис. 9.2. Архітектура нейронної мережі з n нейронами у вхідному і трьома нейронами у вихідному шарі (одношаровий перцептрон).

Як приклад найпростішої нейронної мережі, розглянемо одношаровий перцептрон з n нейронами у вхідному і трьома нейронами у вихідному шарі (рис. 9.2). Коли на n вхідів надходять якісь сигнали, вони проходять по синапсам на 3 вихідні нейрони. Ця система утворює єдиний шар нейронної мережі і видає три вихідних сигнали:

Очевидно, що усі вагові коефіцієнти синапсів одного шару нейронів можна звести в матрицю w_j , кожен елемент якої w_{ij} задає величину синапсичного зв'язку i -го нейрона вхідного і j -го нейрона вихідного шарів (3).

$$Y_j = f \left[\sum_{i=1}^n x_i \times w_{ij} \right] \quad (3)$$

Таким чином, процес, що відбувається в нейронній мережі, може бути записаний у матричній формі:

$$Y_j = f(xw_j) \quad (4)$$

де x і y – відповідно вхідний і вихідний вектори, $f(v)$ – активаційна функція, що застосовується поелементно до компонентів вектора v .

Вибір структури нейронної мережі здійснюється відповідно до особливостей і складності задачі. Для рішення деяких окремих типів задач вже існують оптимальні конфігурації. Якщо ж задача не може бути зведена до жодного з відомих типів, розробнику доводиться вирішувати складну проблему синтезу нової конфігурації.

Можлива така класифікація існуючих нейронних мереж:

За типом вхідної інформації:

- мережі, що аналізують двійкову інформацію;
- мережі, що оперують з дійсними числами.
- За методом навчання:
- мережі, які необхідно навчити перед їхнім застосуванням;
- мережі, що не потребують попереднього навчання, здатні самонавчатися в процесі роботи.

За характером поширення інформації:

- одношарові, у яких інформація поширюється тільки в одному напрямку від одного шару до іншого;
- рекурентні мережі, у яких вихідний сигнал елемента може знову надходити на цей елемент і інші елементи мережі цього або попереднього шарів як вхідний сигнал.

За способом перетворення вхідної інформації:

- автоасоціативні;
- гетероасоціативні.

Розвиваючи далі питання про можливу класифікацію нейронних мереж, важливо відзначити існування бінарних і аналогових мереж. Перші з них оперують із двійковими сигналами, і вихід кожного нейрона може приймати тільки два значення: логічний нуль ("загальмований" стан) і логічна одиниця ("збуджений" стан). Ще одна класифікація поділяє нейронні мережі на синхронні й асинхронні. У першому випадку у кожний момент часу свій стан змінює лише один нейрон. У другому – стан змінюється відразу в цілої групи нейронів, як правило, у всього шару.

Мережі також можна класифікувати за числом шарів. На рис. 9.3 представлений двошаровий перцептрон, отриманий з перцептрона з рис. 9.2 шляхом додавання другого шару, що складається з двох нейронів.

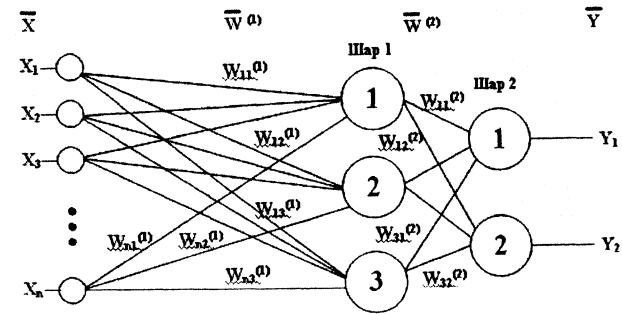


Рис. 9.3. Архітектура нейронної мережі з односпрямованим поширенням сигналу – двошаровий перцептрон.

Якщо розглядати роботу нейронних мереж, що вирішують задачу класифікації образів, то загалом їхня робота зводиться до класифікації (узагальнення) вхідних сигналів, що належать n -мірному гіперпростору, по деякому числу класів. З математичної точки зору це відбувається шляхом розбивки гіперпростору гіперплощинами (запис для випадку одношарового перцептрона)

$$\sum_{i=1}^n x_i \times w_{ik} = T_k \quad (5)$$

де $k=1..m$ – номер класу.

Кожна отримана область є областю визначення окремого класу. Число таких класів для однієї нейронної мережі перцептронного типу не перевищує $2m$, де m – число виходів мережі. Однак не усі з них можуть бути розподілені даною нейронною мережею.

Наприклад, одношаровий перцептрон, що складається з одного нейрона з двома входами, не здатний розділити площиною (двовимірний гіперпростір) на дві півплощини так, щоб здійснити класифікацію вхідних сигналів по класах А і В у випадку, представленому в таблиці 8.1 – «задача АБО, що не розділяється».

Таблиця 9.1

x1 x2	0	1
0	А	В
1	В	А

Рівняння мережі для цього випадку

$$x_1 \times w_1 + x_2 \times w_2 = T \quad (6)$$

є рівнянням прямої (одновимірної гіперплощини), що ні при яких умовах не може розділити площину так, щоб точки з безлічі вхідних сигналів, що належать різним класам, виявилися по різні сторони від прямої.

Моделі нейронних мереж

Багатошаровий перцептрон

У даний час для вирішення прикладних задач найчастіше використовуються так звані багатошарові нейронні мережі прямого поширення (Multilayer Perceptron MLP) із нелінійною функцією активації, що дозволяє істотно розширити область розв'язуваних мережею задач. На рис. 9.4 приведена схема побудови тришарової мережі прямого поширення. Така мережа теоретично може апроксимувати будь-яку багатомірну функцію з кожною, наперед заданою

точністю [Колмогоров] – питання стосується лише кількості нейронів, розмірів мережі і часу навчання.

Задачі моделювання для нейронної мережі зводяться до налаштування всіх її вагових коефіцієнтів, що проводиться на «навчальній множині».

Як відомо, рівнем активації елемента називається зважена сума його входів із доданим до неї граничним значенням. Таким чином, рівень активації являє собою просту лінійну функцію входів.

Ця активація потім перетворюється за допомогою нелінійної (часто – «сігмавидної», що має S-подібну форму) кривої.

Комбінація лінійної функції кількох змінних і скалярної «сігмавидної» функції призводить до характерного профілю «сігмавидного схилу», що видає елемент першого проміжного шару MLP. При зміні ваг і порогів змінюється і поверхня відгуку. При цьому може змінюватися як орієнтація всієї поверхні, так і крутизна схилу. Великим значенням ваг відповідає більш крутий схил. Так, якщо збільшити усі ваги в два рази, то орієнтація не зміниться, а нахил буде більш крутим.

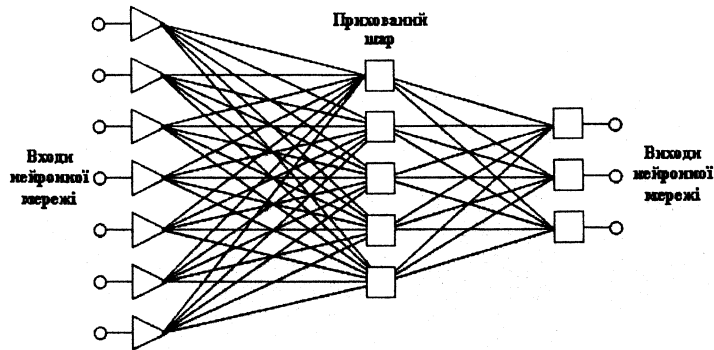


Рис. 9.4. Схема побудови тришарової мережі

У багатшаровій мережі подібні функції відгуку комбінуються одна з одною шляхом утворення їхніх лінійних комбінацій і застосування нелінійних функцій активації

Перед початком навчання мережі вагам і порогам випадковим образом присвоюються невеликі за величиною початкові значення. Тим самим відгуки окремих елементів мережі мають малий нахил і орієнтовані хаотично – фактично вони не пов'язані одна з іншою. У міру того, як відбувається навчання, поверхні відгуку елементів мережі повертаються і зсуваються у потрібне положення, а значення ваг збільшуються, оскільки вони повинні моделювати окремі ділянки цільової поверхні відгуку.

У задачах класифікації вихідний елемент повинен видавати сильний сигнал у випадку, якщо дане спостереження належить до класу, що нас цікавить, і слабкий – у протилежному випадку. Інакше кажучи, цей елемент повинен прагнути змоделювати функцію, рівну одиниці у тій області простору об'єктів, де розташовуються об'єкти потрібного класу, і рівну нулю поза цією областю. Така конструкція відома як дискримінантна функція в задачах розпізнавання. "Ідеальна" дискримінантна функція повинна мати плоску структуру, так, щоб точки відповідної поверхні розташовувалися або на нульовому рівні, або на висоті одиниця.

Якщо мережа не містить прихованих елементів, то на виході вона може моделювати тільки одинарний "сігмавидний схил": точки, що знаходяться по одну його сторону, розташовуються низько, по іншу – високо. При цьому завжди буде існувати область між ними (на схилі), де висота приймає проміжні значення, але в міру збільшення ваг ця область буде звужуватися.

У задачах класифікації дуже важливо зрозуміти, як варто інтерпретувати ті точки, що потрапили на схил або лежать близько від нього. Стандартний вихід тут полягає в тому, що для граничних значень встановити деякі довірчі границі (прийняття або відкидання), що мають бути досягнуті, щоб даний елемент вважався "таким, що прийняв рішення". Наприклад, якщо встановлені пороги прийняття/відкидання 0,95/0,05, то при рівні вихідного сигналу, що перевищує 0,95 елемент вважається активним, при рівні нижче 0,05 – неактивним, а в проміжку – "невизначеним".

Є і більш тонкий спосіб інтерпретувати рівні вихідного сигналу: вважати їх імовірностями. У цьому випадку мережа видає трохи більшу інформацію, чим просто "так/ні": вона повідомляє нам, наскільки (у деякому формальному сенсі) ми можемо довіряти її рішення. Розроблено модифікації моделі MLP, що дозволяють інтерпретувати вихідний сигнал нейронної мережі як імовірність, у результаті чого мережа власне кажучи вчиться моделювати щільність імовірності розподілу даного класу.

Ймовірнісна нейронна мережа в задачах класифікації.

Виходи мережі можна інтерпретувати, як оцінки імовірності приналежності елемента до певного класу. Ймовірнісна мережа (Probabilistic Neural Network – PNN) вчиться оцінювати функцію щільності імовірності, її вихідний сигнал розглядається як очікуване значення характеристики моделі у даній точці простору входів. Це значення пов'язано із щільністю імовірності загального розподілу вхідних і вихідних даних.

Задача оцінки щільності імовірності відноситься до області байєсовської статистики. Звичайна статистика по заданій моделі показує, яка імовірність того або іншого виходу (наприклад, на гральному кубіку 6 очок буде випадати в середньому в одному випадку із шести). Байєсовська статистика інтерпретує по іншому: правильність моделі оцінюється по наявним достовірним даним, тобто дає можливість оцінювати щільність імовірності розподілу параметрів моделі по наявним даним. При вирішенні задачі класифікації можна оцінити щільність імовірності для кожного класу, порівняти між собою імовірності приналежності різним класам і вибрати найбільш ймовірний. Традиційний підхід до задачі полягає в тому, щоб побудувати оцінку для щільності імовірності за наявними даними. Звичайно при цьому передбачається, що щільність має деякий певний розподіл (найчастіше – що вона має нормальний розподіл). Після цього оцінюються параметри моделі.

Інший підхід до оцінки щільності імовірності оснований на ядерних оцінках. Можна міркувати так: той факт, що результат спостереження розташований в даній точці простору, свідчить про те, що в цій точці є деяка щільність імовірності. Кластери з близько лежачих точок указують на те, що у цьому місці щільність імовірності велика. Поблизу спостереження є більша довіра до рівня щільності, а по мірі віддалення від нього довіра зменшується і прямує до нуля. У методі «ядерних оцінок» у точці, що відповідає кожному спостереженню, розміщується деяка проста функція, потім усі вони додаються й в результаті отримується оцінка для загальної щільності імовірності. Найчастіше у якості «ядерних функцій» беруться гаусові функції (із формою дзвону). Якщо навчальних прикладів достатня кількість, то такий метод дає досить гарне наближення до істинної щільності імовірності.

Ця мережа має вхідний, радіальний (схований) і вихідний шари. Радіальні елементи прихованого шару беруться по одному на кожне навчальне спостереження. Кожен з них представляє гаусову функцію з центром у цьому спостереженні. Кожному класу відповідає один вихідний елемент. Кожен такий елемент з'єднаний із усіма радіальними елементами, що відносяться до його класу, а із усіма іншими радіальними елементами він має нульове з'єднання. Таким чином, вихідний елемент просто додає відгуки всіх елементів, що належать до його класу. Значення вихідних сигналів виявляються пропорційними «ядерним оцінкам» імовірності приналежності відповідним класам, і проноормувавши них на одиницю, ми дістаємо остаточні оцінки імовірності приналежності класам.

Базова модель мережі може мати дві модифікації. У першому випадку ми припускаємо, що пропорції класів у навчальній множині відповідають їх пропорціям у всій досліджуваній

популяції (або так званим апіорним ймовірностям). Наприклад, якщо серед усіх людей хворими є 2%, то в навчальній множині для мережі, що діагностує захворювання, хворих повинне бути теж 2%. Якщо ж апіорні ймовірності будуть відрізнятися від пропорцій у навчальній вибірці, то мережа буде видавати неправильний результат. Це можна згодом врахувати (якщо стали відомими апіорні ймовірності), вводячи поправочні коефіцієнти для різних класів.

Другий варіант модифікації заснований на наступній ідеї. Будь-яка оцінка, що видається мережею, ґрунтується на зашумлених даних і неминуче буде приводити до окремих помилок у класифікації (наприклад, у деяких хворих результати аналізів можуть бути цілком нормальними). Іноді буває доцільно вважати, що деякі види помилок обходяться "дорожче" інших (наприклад, якщо здорова людина буде діагностована як хвора, то це викличе зайві витрати на його обстеження, але не створить загрози для життя; якщо ж не буде виявлений дійсно хворий, о це може привести до смертельного результату). У такій ситуації ті ймовірності, що видає мережа, варто помножити на коефіцієнти втрат, що відбиває відносну ціну помилок класифікації.

Найбільш важливі переваги розглянутих мереж полягають у тому, що вихідне значення має ймовірнісний зміст і тому його легше інтерпретувати), і у тім, що мережа швидко навчається. При навчанні такої мережі час витрачається практично тільки на те, щоб подавати їй на вхід навчальні спостереження, і мережа працює настільки швидко, наскільки це взагалі можливо.

Істотним недоліком таких мереж є їхній обсяг у порівнянні з MLP моделями, що вирішують аналогічні задачі. Нейронна мережа фактично вміщує в себе всі навчальні дані, тому вона вимагає багато пам'яті і може повільно працювати.

Узагальнено-регресійна нейронна мережа в задачах регресії

Узагальнено-регресійна нейронна мережа (Generalized Regression Neural Network - GRNN) побудована аналогічно ймовірнісній нейронній мережі (PNN), але вона призначена для вирішення задач регресії, а не класифікації. Як і у випадку PNN-мережі, у точку розташування кожного навчального спостереження розміщується гаусова ядерна функція. Вважається, що кожне спостереження свідчить про деяку нашу впевненість у тім, що поверхня відгуку в даній точці має певну висоту, і ця впевненість зменшується при відході убік від точки. GRNN-мережа копіює у себе всі навчальні спостереження і використовує їх для оцінки відгуку у довільній точці. Остаточна вихідна оцінка мережі утворюється як зважене середнє виходів по всіх навчальних спостереженнях, де величини ваг відбивають відстань від цих спостережень до тієї точки, у якій провадиться оцінювання (і, таким чином, більш близькі точки вносять більший вклад в оцінку).

Перший прихований шар мережі складається з радіальних елементів. Другий схований шар містить елементи, що допомагають оцінити зважене середнє. Для цього використовується спеціальна процедура. Кожен вихід має в цьому шарі свій елемент, що формує для нього зважену суму. Щоб одержати із зваженої суми зважене середнє, цю суму потрібно поділити на суму вагових коефіцієнтів. Останню суму обчислює спеціальний елемент другого шару. Після цього у вихідному шарі проводиться власне ділення (за допомогою спеціальних елементів "ділення"). Таким чином, число елементів у другому проміжному шарі на одиницю більше, ніж у вихідному шарі. Як правило, у задачах регресії потрібно оцінити одне вихідне значення і, відповідно, другий проміжний шар містить два елементи.

Переваги і недоліки мереж GRNN в основному такі ж, як і у мереж PNN. Єдина різниця у тому, що GRNN використовуються в задачах регресії, а PNN – у задачах класифікації.

Карти Кохонена, що самоорганізуються

Мережі Кохонена принципово відрізняються від інших приведених типів мереж. У той час як всі інші мережі призначені для задач із керованим навчанням, мережі Кохонена розраховані на некероване навчання. При цьому навчальні дані містять тільки значення вхідних змінних. Схема мережі Кохонена представлена на рис.9.5.

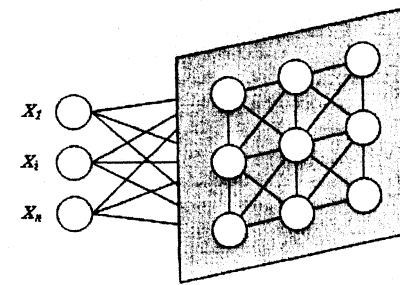


Рис. 9.5. Схема мережі Кохонена

Одне з можливих застосувань таких мереж – дослідницький аналіз даних. Мережа Кохонена може розпізнавати кластери в даних, а також установлювати близькість класів. Таким чином, дослідник може поліпшити своє розуміння структури даних, щоб потім уточнити нейромережеву модель. Якщо в даних розпізнані класи, то їх можна позначити, після чого мережа зможе вирішувати задачі класифікації. Мережі Кохонена можна використовувати й у тих задачах класифікації, де класи вже задані, – тоді перевага буде в тому, що мережа зможе виявити подібність між різними класами.

Інша можлива область застосування – виявлення нових явищ. Мережа Кохонена розпізнає кластери у навчальних даних і відносить усі дані до тих або інших кластерів. Якщо після цього мережа зустрінеться з набором даних, несхожим ні на один з відомих зразків, то вона не зможе класифікувати такий набір і тим самим виявить його новизну.

Мережа Кохонена має всього два шари: вхідний і вихідний, складений з радіальних елементів (вихідний шар називають також шаром топологічної карти). Елементи топологічної карти розташовуються у деякому просторі – як правило двовимірному.

Навчається мережа Кохонена методом послідовних наближень. Починаючи з випадковим чином обраного вихідного розташування центрів, алгоритм поступово поліпшує його так, щоб уловлювати кластеризацію навчальних даних.

При вирішенні задач класифікації в мережах Кохонена використовується так званий поріг доступу. Через те, що в такій мережі рівнем активації нейрона є відстань від нього до вхідного прикладу, поріг доступу відіграє роль максимальної відстані, на якій відбувається розпізнавання. Якщо рівень активації нейрона, що виграв, перевищує це граничне значення, то мережа вважається такою, що не прийняла ніякого рішення.

Лінійна мережа

Відповідно до загальноприйнятого принципу – якщо більш складна модель не дає кращих результатів, ніж більш проста, то з них слід віддати перевагу другій. У термінах апроксимації відображень найпростішою моделлю буде лінійна, у якій підгоночна функція визначається гіперплощиною. У задачі класифікації гіперплощина розміщується таким чином, щоб вона розділяла собою два класи (лінійна дискримінантна функція); у задачі регресії гіперплощина повинна проходити через задані точки. Лінійна модель звичайно записується за допомогою матриці $N \times 1$ і вектора зсуву розміру N .

Лінійна мережа є гарною точкою відліку для оцінки якості побудованих нейронних мереж. Може виявитися, що задачу, яка вважалася дуже складною, можна успішно вирішити не тільки нейронною мережею, але і простим лінійним методом. Якщо ж у задачі не так багато навчальних даних, то, імовірно, просто немає підстав використовувати більш складні моделі.

Алгоритм побудови нейронних мереж

Оцінка адекватності нейромережових моделей

При побудові нейромережових моделей дуже важливим є питання оцінки їхньої якості. Для якісної моделі потрібне мінімальне значення помилки моделі.

Як міра помилки в моделях регресії може розглядатися стандартна середньоквадратична помилка, коефіцієнт множинної кореляції, доля природної дисперсії прогнозованої ознаки, що не дістала пояснення в рамках моделі.

У моделях класифікації як міра помилки може бути обрана доля випадків правильно класифікованих моделлю.

У зв'язку з високими потенційними можливостями навчання нейромережових моделей важливу роль при оцінці адекватності моделі грають питання «перенавчання» моделі. У зв'язку з цим розглянемо процес побудови моделі докладніше.

Отже, потрібно, щоб на підставі кінцевого набору параметрів X , названих навчальною множиною, була побудована модель Mod деякого об'єкта Obj . Процес одержання Mod з наявних уривчастих експериментальних відомостей про систему Obj може розглядатися, як навчання моделі поведінці Obj відповідно до заданого критерію, настільки близько, наскільки це можливо. Алгоритмічно, навчання означає підстроювання внутрішніх параметрів моделі (ваг синаптичних зв'язків у випадку нейронної мережі) з метою мінімізації помилки моделі, що описує деяким чином відхилення поведінки моделі від системи – $E = |Obj - Mod|$.

Прямий вимір зазначеної помилки моделі на практиці не можливий, оскільки функція Obj при довільних значеннях аргументу невідома. Однак можливе одержання її оцінки:

$$E_x = \sum_x |Obj - Mod|$$

, де підсумовування проводиться по навчальній множині X . При використанні бази даних спостережень за системою, для навчання може приділятися деяка її частина, названа в цьому випадку навчальною вибіркою. Для навчальних прикладів X відгуки системи Obj відомі. Таким чином, E_x – помилка навчання для моделі.

У додатках користувача звичайно цікавлять передбачувані властивості моделі. При цьому головним є питання, яким буде відгук системи на новий вплив, приклад якого відсутній у базі даних спостережень – N . Невідома помилка, що допускається моделлю Mod на даних, що не використовувалися при навчанні, називається помилкою узагальнення моделі EN .

Основною метою при побудові інформаційної моделі є зменшення саме помилки узагальнення, оскільки мала помилка навчання гарантує адекватність моделі лише в задалегідь обраних точках (а в них значення відгуку системи відомі і без усякої моделі). Проводячи аналогії з навчанням у біології, можна сказати, що мала помилка навчання відповідає прямому запам'ятовуванню навчальної інформації, а мала помилка узагальнення – формуванню понять і навичок, що дозволяють поширити отриманий з навчання досвід на нові умови. Останнє значно більш цінне при проектуванні нейромережових систем, тому що для безпосереднього запам'ятовування інформації краще пристосовані інші, не нейронні пристрої комп'ютерної пам'яті.

Важливо відзначити, що мала помилка навчання не гарантує малу помилку узагальнення. Класичним прикладом є побудова моделі функції (апроксимація функції) по декількох заданих точках поліномом високого порядку. Значення полінома (моделі) при досить високому його ступені є точними у навчальних точках, тобто помилка навчання дорівнює нулеві. Однак значення в проміжних точках можуть значно відрізнятися від апроксимуючої функції, отже помилка узагальнення такої моделі може бути неприйнятно великою.

Оскільки істинне значення помилки узагальнення не доступно, на практиці використовується її оцінка. Для її одержання аналізується частина прикладів з наявної бази даних, для яких відомі відгуки системи, але які не використовувалися при навчанні. Ця вибірка прикладів називається тестовою вибіркою. Помилка узагальнення оцінюється, як відхилення моделі на множині прикладів з тестової вибірки.

Оцінка помилки узагальнення є принциповим моментом при побудові моделі. На перший погляд може показатися, що свідоме не використання частини прикладів при навчанні може тільки погіршити підсумкову модель. Однак без етапу тестування єдиною оцінкою якості моделі буде лише помилка навчання, що, як уже відзначалося, мало пов'язано з передбачуваними здібностями моделі. У професійних дослідженнях можуть використовуватися кілька незалежних тестових вибірок, етапи навчання і тестування повторюються багаторазово з варіацією початкового розподілу ваг нейромережі, її топології і параметрів навчання. Остаточний вибір "найкращої" нейромережі робиться з урахуванням наявного обсягу і якості даних, специфіки задачі, з метою мінімізації ризику великої помилки узагальнення при експлуатації моделі.

Побудова нейронної мережі (після вибору вхідних перемінних) складається з наступних кроків:

- Вибір початкової конфігурації мережі.

Проведення експериментів із різними конфігураціями мереж. Для кожної конфігурації проводиться кілька експериментів, щоб не одержати помилковий результат через те, що процес навчання потрапив у локальний мінімум. Якщо в черговому експерименті спостерігається недонавчання (мережа не видає результат прийнятної якості), необхідно додати додаткові нейрони в проміжний шар. Якщо це не допомагає, спробувати додати новий проміжний шар. Якщо має місце перенавчання (контрольна помилка стала зростати), необхідно видалити кілька схованих елементів.

- Добір даних

Для одержання якісних результатів навчання, контрольна і тестова множини повинні бути репрезентативними (представницькими) з погляду суті задачі (більш того, ці множини повинні бути репрезентативними кожна окремо). Якщо навчальні дані не репрезентативні, то модель, як мінімум, буде не дуже гарною, а в гіршому випадку – непридатною.

- Навчання мережі

Навчання мережі краще розглянути на прикладі багатошарового перцептрона. Рівнем активації елемента називається зважена сума його входів із доданим до неї граничним значенням. Таким чином, рівень активації являє собою просту лінійну функцію входів. Ця активація потім перетворюється за допомогою сігмавидної (що має S-образну форму) кривої.

Комбінація лінійної функції декількох змінних і скалярної сігмавидної функції приводить до характерного профілю "сігмавидного схилу", що видає елемент першого проміжного шару мережі. При зміні ваг і порогів змінюється і поверхня відгуку. При цьому може змінюватися як орієнтація всієї поверхні, так і крутість схилу. Більшим значенням ваг відповідає більш крутий схил. Якщо збільшити усі ваги в два рази, то орієнтація не зміниться, а нахил буде більш крутим.

У багатошаровій мережі подібні функції відгуку комбінуються одна з одною за допомогою побудови їхніх лінійних комбінацій і застосування нелінійних функцій активації. Перед початком навчання мережі вагам і порогам випадковим образом присвоюються невеликі по величині початкові значення. Тим самим відгуки окремих елементів мережі мають малий нахил і орієнтовані хаотично – фактично вони не зв'язані один з одним. У міру того, як відбувається навчання, поверхні відгуку елементів мережі повертаються і зміщуються у потрібне положення, а значення ваг збільшуються, оскільки вони повинні моделювати окремі ділянки цільової поверхні відгуку.

У задачах класифікації вихідний елемент повинен видавати сильний сигнал у випадку, якщо дане спостереження належить до класу, що нас цікавить, і слабкий – у протилежному випадку. Інакше кажучи, цей елемент повинний прагнути змоделювати функцію, рівну одиниці в тій області простору об'єктів, де розташовуються об'єкти з потрібного класу, і рівну нулеві поза цією областю. Така конструкція відома як дискримінантна функція в задачах розпізнавання. "Ідеальна" дискримінантна функція повинна мати плоску структуру, так щоб точки відповідної поверхні розташовувалися або на нульовому рівні.

Якщо мережа не містить схованих елементів, то на виході вона може моделювати тільки одинарний "сігмавидний схил": точки, що знаходяться по одну його сторону, розташовуються

низько, по іншу – високо. При цьому завжди буде існувати область між ними (на схилі), де висота приймає проміжні значення, але в міру збільшення ваги ця область буде звужуватися.

Теоретично, для моделювання будь-якої задачі досить багат шарового перцептрона с двома проміжними шарами (цей результат відомий як теорема Колмогорова). При цьому може виявитися і так, що для рішення деякої конкретної задачі більш простою і зручною буде мережа зі ще більшим числом шарів. Однак, для рішення більшості практичних задач досить всього одного проміжного шару, два шари застосовуються як резерв в особливих випадках, а мережі з трьома шарами практично не застосовуються.

Методика побудови нейронної мережі в пакеті NEUROPRO 0.25.

Розглянемо роботу нейронної мережі з використанням програмного пакета NeuroPro 0.25 (програма розроблена на кафедрі біофізики, інформатики та медичної апаратури Донецького державного медичного університету).

На рис.9.6 приведений інтерфейс програми.

Даний програмний продукт являє собою менеджер штучних нейронних мереж, що навчаються. Він працює у середовищі MS Windows 95 або MS Windows NT 4.0 і дозволяє робити наступні базові операції:

- Створення нейропроекту;
- Підключення до нейропроекту файлу (бази) даних у форматі .dfb (dBase, FoxBase, FoxPro, Clipper) або .db (Paradox);
- Редагування файлу даних – зміна існуючих значень і додавання нових записів у базу даних; збереження файлу даних в іншому форматі;
- Додавання до проекту нейронної мережі шаровидної архітектури з числом шарів нейронів від 1 до 10, числом нейронів у шарі – до 100;
- Навчання нейронної мережі вирішенню задачі прогнозування або класифікації. Нейронна мережа може одночасно вирішувати як кілька задач прогнозування (прогнозування декількох чисел), так і кілька задач класифікації, а також одночасно і задачі прогнозування і задачі класифікації.
- Тестування нейронної мережі на файлі даних, одержання статистичної інформації про точність вирішення задачі;
- Обчислення показників значимості вхідних сигналів мережі, збереження значень показників значимості в текстовому файлі на диску;
- Спрощення нейронної мережі;
- Генерація і візуалізація вербального опису нейронної мережі, збереження вербального опису в текстовому файлі на диску;
- Вибір алгоритму навчання, призначення необхідної точності прогнозу, налаштування нейронної мережі.

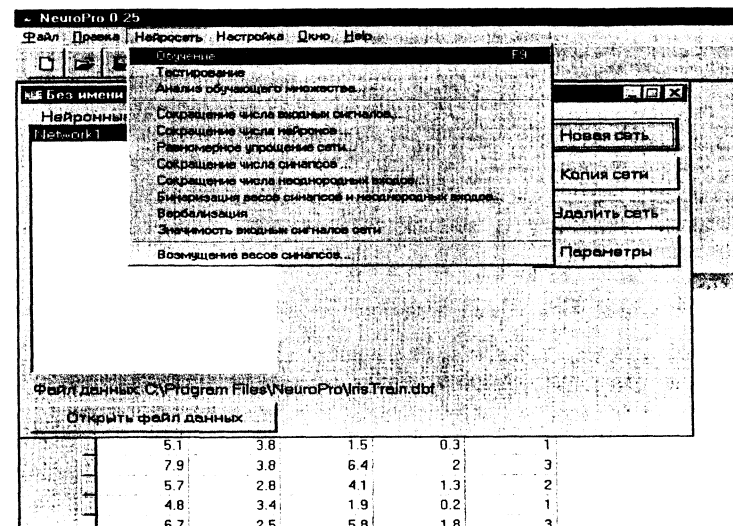


Рис. 9.6. Інтерфейс програми NeuroPro 0.25

Від наявних у даних час нейромережевих програмних продуктів даний продукт відрізняє наявність можливостей цілеспрямованого спрощення нейронної мережі для наступної генерації вербального опису.

Застосування даного програмного продукту можливо в тих областях, де нейронні мережі традиційно й з успіхом застосовуються, а саме, у медицині, екології, при побудові моделей технічних об'єктів, їхньої ідентифікації і взагалі для рішення будь-якої задачі класифікації або прогнозу, що вирішується при наявності вибірки даних і для рішення якої раніше використовувалися традиційні математичні методи (регресійний аналіз, непараметрична статистика й інші), однак не була досягнута необхідна точність прогнозу. Оскільки на основі однієї таблиці даних може бути отримано декілька напівемпіричних теорій (декілька нейронних мереж мінімальної структури, що правильно вирішують ту саму задачу), то можливе рішення деяких задач когнітології і планування оптимізуемого експерименту.

У даній програмі реалізовані мережі шаровидної архітектури. У шаровидній мережі всі нейрони згруповані у декілька шарів, нейрони усередині одного шару можуть працювати паралельно. Кожен нейрон у шарі приймає усі вихідні сигнали нейронів попереднього шару, а його вихідний сигнал розсилається усім нейронам наступного шару.

Кожен нейрон мережі має адаптивний суматор, що обчислює зважену суму сигналів, що потрапили на нейрон, і наступний за ним нелінійний елемент.

Ваги адаптивних зв'язків при створенні мережі приймають випадкові значення і при навчанні мережі можуть змінюватися в діапазоні [-1,1].

Як нелінійний елемент нейрона використовується нелінійний сігмавидний перетворювач $f(A)=A/(c+|A|)$, де A – вихід суматора нейрона, а константа c – параметр крутості сігмоїди.

Число шарів у мережі задається користувачем. Звичайно не варто задавати більше трьох шарів нейронів.

Число нейронів у шарах може бути різним і не залежати від числа вхідних і вихідних сигналів мережі.

Методику рішення практичних задач у програмі NeuroPro 0.25 розглянемо на прикладах розпізнавання образів і рішення задачі класифікації.

Практична частина

В останні роки значно зріс інтерес до застосування нейронних мереж у таких областях, як техніка, фізика, медицина й ін. Це пов'язано з тим, що метод нейромережевого моделювання дозволяє вирішувати ряд задач у тих областях, де лінійні моделі не можуть бути використані в силу ряду об'єктивних причин. Особливо це стосується даних медичних досліджень. Як відомо, організм людини представляє нелінійну систему і вирішення таких задач як класифікація, прогнозування станів, а також вибір оптимального методу лікування і профілактики захворювань неможливі із застосуванням лінійних математичних методів. Нейронні мережі здатні приймати рішення, ґрунтуючись на прохованих закономірностях, що виявляються ними, у багатомірних даних. Відмінна властивість нейромереж полягає в тому, що вони не програмуються і не використовують ніяких правил для постановки діагнозу, а навчаються робити це на прикладах. У медицині знаходять застосування й інша особливість нейромереж - їхня здатність передбачати тимчасові послідовності. До теперішнього часу розроблений ряд нейромережевих систем фільтрації електрокардіограм, що дозволяють зменшувати нелінійний і нестационарний шум значно краще, ніж методи, що використовувалися раніше.

Незважаючи на значні успіхи в застосуванні нейронних мереж у медицині є і ряд проблем з їх упровадженням. Це пов'язано в першу чергу з відсутністю у лікарів інформації про можливості нейронних мереж для вирішення медичних задач, а також доступних практичних посібників з їхнього застосування.

Інтелектуальні системи на основі штучних нейронних мереж дозволяють з успіхом вирішувати проблеми розпізнавання образів, виконання прогнозів, оптимізації, асоціативної пам'яті і керування. Традиційні підходи до рішення цих проблем не завжди надають необхідної гнучкості і багато застосувань виграють від використання нейромереж.

Штучні нейромережі є електронними моделями нейронної структури мозку, який, головним чином, навчається з досвіду. Природний аналог доводить, що множина проблем, які поки що невідкладні розв'язуванню наявними комп'ютерами, можуть бути ефективно вирішені блоками нейромереж.

Тривалий період еволюції додав мозку людини багато якостей, що відсутні в сучасних комп'ютерах з архітектурою фон Неймана. До них відносяться:

- розподілене представлення інформації і паралельні обчислення;
- здатність до навчання й узагальнення;
- адаптивність;
- толерантність до помилок
- низьке енергоспоживання.

Прилади, побудовані на принципах біологічних нейронів, мають перелічені характеристики, що можна вважати суттєвим здобутком у індустрії обробки даних.

Досягнення в галузі нейрофізіології надають початкове розуміння механізму природного мислення, де збереження інформації відбувається у вигляді образів, деякі з яких є складними. Процес зберігання інформації як образів, використання образів і вирішення поставленої проблеми визначають нову галузь в обробці даних, яка, не використовуючи традиційного програмування, забезпечує створення паралельних мереж та їх навчання. В лексиконі розробників та користувачів нейромереж присутні слова, дуже відмінні від традиційної обробки даних, зокрема, "вести себе", "реагувати", "самоорганізовувати", "навчати", "узагальнювати" та "забувати".

Розпізнавання образів у програмі емуляції нейронної мережі "NUMBERS"

Поставимо перед собою задачу навчити нейронну мережу розпізнавати зображення цифр. Нехай у нас є матриця 5x7 кліток. Зафарбовуючи відповідні клітини можна сформувати зображення деяких найпростіших об'єктів рис.9.7. Для реалізації цієї задачі була створена 4-х шарова нейронна мережа, топологія якої зображена на рис. 9.8 (35 вхідних і 10 вихідних елементів).

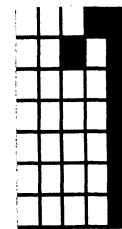


Рис. 9.7 Матриця для розпізнавання цифр.

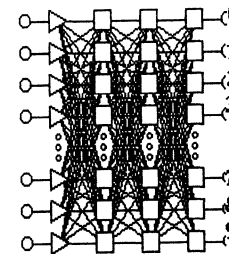


Рис. 9.8 Топологія мережі.

Для вивчення роботи нейронної мережі необхідно «запустити» програму numbers.exe, у якій реалізована емуляція такої нейронної мережі. Інтерфейс програми приведений на рисунку 9.

Для рішення поставленої задачі необхідно виконати наступні дії:

- у правому вікні програми вибрати цифру, що буде розпізнаватися (необхідно, щоб прапорець «Включити предсказание» був знятий);
- у лівому вікні використовуючи маніпулятор «миша», натискаючи при русі ліву кнопку необхідно намалювати цифру, що розпізнається.

Після введення цифри і натискання кнопки «Записать», у нижньому вікні програми з'явиться оцифрована інформація, що подається на вхід і вихід мережі для її навчання.

Надалі необхідно повторити дії декілька раз, тобто намалювати цифру в 2-3 варіантах для поліпшення якості розпізнавання. Наступний етап влючає навчання мережі на заданій множині. Для цього влючається кнопка «Научить сеть».

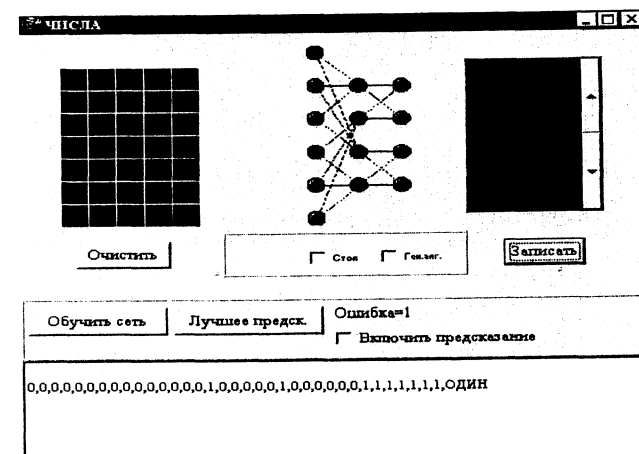


Рис. 9.9. Інтерфейс програми "Numbers".

Після навчання програма виводить інформацію про помилку навчання. Якщо після припинення процесу навчання помилка залишається значної (0,2 і більш), мережа навчається заново. Після навчання мережі вона готова до розпізнавання образів, при цьому повинний бути влючений прапорець «Включити предсказание». Зображуючи цифри в лівому вікні програми (при цьому в правому вікні виводиться пророкування) необхідно домогтися не менш як 90%

правильного розпізнавання образів, що вводяться (цифр). Після того, як навчання мережі завершено можна перевірити якість її роботи на окремій тестовій множині.

Розглянемо методику класифікації даних на прикладі аналізу «Ірисів Фішера».

Є дані вимірів для 150 екземплярів ірисів, у рівних частинах (по 50 штук), які належать до трьох видів (*iris setosa*, *iris versicolor*, *iris virginica*). Для кожного екземпляра іриса відомі 4 величини: довжина чашолистка (Sepal Length), ширина чашолистка (Sepal Width), довжина пелюстка (Petal Length), ширина пелюстка (Petal Width). Вхідний файл складається з 150 рядків (по 50 для кожного сорту). П'ята змінна – цільова, позначає клас (вид) і для різних видів приймає наступні значення: 1 – *setosa*, 2 – *versicolor*, 3 – *virginica*. Такий спосіб кодування пов'язаний із припущенням Фішера, що *versicolor* – це гібрид *setosa* і *virginica* (дані знаходяться у файлі *IrisTrain.dbf*, *IrisTest.dbf*).

Для проведення класифікації отриманих даних необхідно вирішити наступні задачі:

Побудувати нейронну мережу типу «багатошаровий перцептрон», що включає в себе 1 схований шар, навчити її на навчальній множині прикладів, перевірити правильність проорокування на цій множині, перевірити правильність проорокування на тестовій множині прикладів, порівняти результати прогнозування на цих множинах. Зробити висновок.

Побудувати нейронну мережу типу «багатошаровий перцептрон», що включає в себе 2 схованих шари, навчити її на навчальній множині прикладів, перевірити правильність проорокування на цій множині, перевірити правильність проорокування на тестовій множині прикладів, порівняти результати прогнозування на цих множинах. Зробити висновок.

Порівняти результати проорокувань нейромережових моделей що включають 1 і 2 схованих шари. Зробити висновок.

Використовуючи аналіз значимості вхідних сигналів мережі, визначити значення показників значимості. На основі цього аналізу виділити найбільш значимі ознаки. Побудувати нейронну мережу типу «багатошаровий перцептрон» на основі тільки цих найбільш значимих ознак, що включає в себе 2 схованих шари, навчити її на навчальній множині прикладів, перевірити правильність проорокування на цій множині, перевірити правильність проорокування на тестовій множині прикладів, порівняти результати прогнозування нейромережових моделей, отриманих у пунктах 1, 2 і 4. Зробити висновки.

Для побудови і подальшого аналізу отримані дані випадковим образом розбиваються на дві множини:

- навчальна – множина на який провадиться побудова моделі і оцінка долі правильно класифікованих прикладів (дані знаходяться у файлі «*IrisTrain.dbf*» і включають 85 випадків);
- тестова – множина на який провадиться тільки тестування моделі і дається оцінка її якості на основі нових прикладів (дані знаходяться у файлі «*IrisTest.dbf*» і включають 85 випадків).

Алгоритм проведення досліджень включає наступні етапи:

Завантажити програму NeuroPro 0.25

Створити новий нейропроект. Для цього необхідно натиснути кнопку в меню «Створити».

Після створення нейропроекту в нього можна вставляти нейронні мережі.

Підключити файл даних із навчальними прикладами до нейропроекту. Для цього необхідно натиснути кнопку «Открыть файл данных» у вікні нейропроекту і вибрати ім'я необхідного файлу даних (у даному випадку «*IrisTrain.dbf*»).

Для побудови нейромережової моделі, що включає в себе 1 схований шар натиснути кнопку «Нова мережа» і вибрати поля SLength, SWidth, PLength, Petal Width у якості вхідних змінних нейромережової моделі, а поле Flower – як вхідну змінну (рис.9.10). Далі вибрати «Число слоев нейронов» рівне 1 і деяке число нейронів у схованому шарі (як це показано на малюнку). По закінченні натиснути кнопку «Создать».

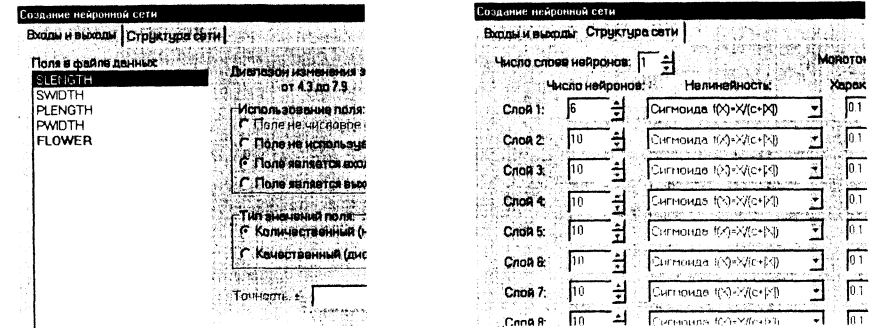


Рис. 9.10. Вікна створення нейронної мережі

Для навчання отриманої моделі вибрати пункт «Нейросеть/Обучение».

Переглянути результат навчання – пункт «Нейросеть/Тестирование» на навчальній множині даних, записати значення долі правильно і неправильно класифікованих випадків.

Для оцінки якості прогнозування отриманої моделі завантажити тестову множину даних (для цього необхідно натиснути кнопку «Відкрити файл даних» у вікні нейропроекту і вибрати ім'я необхідного файлу даних – «*IrisTest.dbf*»), а потім переглянути результат тестування – пункт «Нейросеть/Тестирование» на тестовій множині даних, записати значення долі правильно і неправильно класифікованих випадків.

Порівняти результати проорокування цієї нейромережової моделі на навчальному і тестовому множинах. Зробити висновок.

Для побудови, навчання і тестування нейронної мережі типу «багатошаровий перцептрон», що включає в себе 2 схованих шари виконати пункти 3 – 8 (при побудові моделі, у пункті 4 вибрати «Число шарів нейронов» рівне 2).

Порівняти результати прогнозування нейромережової моделі, що включає 1 і 2 схованих шари між собою на навчальному і тестовому множинах. Зробити висновок.

Для спрощення нейронної мережі відібрати найбільш значимі вхідні сигнали, для чого необхідно підключити файл даних із навчальними прикладами до нейропроекту (див. пункт 3) і вибрати пункт «Нейросеть/начимость» вхідних сигналів мережі.

Вибрати найбільш значимі змінні за результатами визначення значимості і побудувати нейронну мережу типу «багатошаровий перцептрон», що включає в себе 2 схованих шари, використовуючи в якості вхідних змінних тільки найбільш значимі. Для побудови, навчання і тестування нейронної мережі типу «багатошаровий перцептрон», що включає в себе 2 схованих шари виконати пункти 3 – 8.

Порівняти результати прогнозування нейромережової моделі, що включає 1 і 2 схованих шари, побудованої на усіх вхідних змінних із результатами прогнозування по найбільш значимим змінним. Зробити висновок.

Завдання 1.

Оформити таблицю за поданим зразком.

№	Лікарські засоби	Отримано од. тов.			Використано од. тов.			Примітки
		Липень	Серпень	Вересень	Липень	Серпень	Вересень	
1	Шприци	109	85	98	105	80	70	
2	Вата стерильна уп.	20	15	18	7	8	18	
3	Бинт марлевий медичний 7 м	15	13	12	10	8	7	
4	Брильянтовий зелений розчин спиртовий 1%	5	-	3	1	-	3	
5	Йод	4	-	-	-	2	-	
6	MEDASEPT 100 мл	10	8	3	9	8	1	

Вставити до таблиці стовпчики “Отримано за III квартал” і “Використано за III квартал”. Підрахувати значення вставлених стовпчиків.

В стовпчику “Примітки” відобразити інформацію про необхідність замовлення товару. Така необхідність виникає, коли товару залишилось менше 9 шт.

Завдання 2.

Оформити таблицю за поданим зразком:

№	Прізвище	Вік дитини (в місяцях)	Найменування полівітамінного комплексу	Дозування
1	Бурлака С.В.	3		
2	Сташевич В.Д.	12		
3	Кругій Р.Л.	4		
4	Катеринич Л.С.	38		
5	Наконечна Т.П.	43		
6	Лівандовський А.І.	54		
7	Працьовитий М.В.	50		
8	Можарівська В.А.	30		

В стовпчик “Найменування полівітамінного комплексу” та “Дозування” відобразити інформацію у відповідності з наступними даними:

Джунглі БЕБІ	Джунглі КІДС		Джунглі з мінералами											
1 мл – 1 раз на добу	2,5 мл – 1 раз на добу	5 мл – 1 раз на добу	1 табл через день										1 табл на добу	
0 – 12 місяців	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 і старші
Вік дитини в роках														

Завдання 3.

Оформити таблицю за поданим зразком.

№	Пацієнт (ПІО)	Стать	Результати аналізу крові (показники гемоглобіну)	Висновок лікаря
	Бурлака С.В.	ж	115 г/л	
	Сташевич В.Д.	ч	135 г/л	
	Кругій Р.Л.	ч	180 г/л	
	Катеринич Л.С.	ж	140 г/л	
	Наконечна Т.П.	ж	135 г/л	
	Лівандовський А.І.	ч	120 г/л	
	Працьовитий М.В.	ч	190 г/л	
	Можарівська В.А.	ж	150 г/л	

В стовпчику **Висновок лікаря** відобразити повідомлення, використовуючи описані нижче критерії:

Чоловіки:

- гемоглобін в нормі якщо показники знаходяться в межах 135-180 г/л; при таких показниках в стовпчику **Висновок лікаря** з’являється повідомлення “в нормі”.
- гемоглобін понижений, якщо показник менше 135 г/л; при таких показниках в стовпчику **Висновок лікаря** з’являється повідомлення “нижче норми”.
- гемоглобін підвищений, якщо показник більше 180 г/л; при таких показниках в стовпчику **Висновок лікаря** з’являється повідомлення “вище норми”

Жінки:

- гемоглобін в нормі якщо показники знаходяться в межах 120-140 г/л; при таких показниках в стовпчику **Висновок лікаря** з’являється повідомлення “в нормі”.
- гемоглобін понижений, якщо показник менше 120 г/л; при таких показниках в стовпчику **Висновок лікаря** з’являється повідомлення “нижче норми”.
- гемоглобін підвищений, якщо показник більше 140 г/л; при таких показниках в стовпчику **Висновок лікаря** з’являється повідомлення “вище норми”

Питання для самостійної роботи

1. Дайте визначення основним поняттям теорії нейронних мереж: нейрон, нейронна мережа.
2. Дайте визначення поняттю: функція активація нейрона.
3. Дайте визначення поняттю: нейронна мережа прямого поширення.
4. Дайте характеристику моделі багатощаровий перцептрон.
5. Дайте характеристику узагальнено-регресійної нейронної мережі.
6. Дайте характеристику ймовірносної нейронної мережі.
7. Дайте характеристику нейронної мережі Кохонена.
8. Перелічіть основні етапи побудови моделей нейронних мереж.
9. Зобразіть архітектуру нейронної мережі в задачі про «ірисис Фішера».
10. Дайте визначення поняттю: навчання нейронної мережі з «учителем» і «без учителя».
11. Дайте визначення поняттю: перенавчання нейронної мережі.
12. Дайте визначення поняттям: множинний коефіцієнт кореляції моделі, частка нез’ясованої дисперсії.
13. Як перевіряється адекватність нейромережової моделі поставленій задачі при рішенні задач класифікації, задач регресії?
14. Перелічіть моделі, що можуть бути побудовані за допомогою нейронних мереж.
15. Приведіть приклади практичного використання нейромережових моделей.

Рекомендована література

1. Neural Network Projects in Medicine – www.emsl.pnl.gov:2080/docs/cie/neural/projects/medicine.html
2. Artificial Neural Networks in Medicine – www.dsclab/ece.ntua.gr/~kblekas/medical2.html
3. Neural Networks in Medicine – www.dse.doc.ic.ac.uk/~nd/.../journal/vol2/ds12/article1.html

10. ФОРМАЛІЗАЦІЯ ТА АЛГОРИТМІЗАЦІЯ МЕДИЧНИХ ЗАДАЧ.

Конкретні цілі заняття:

- Трактувати поняття алгоритму, властивості алгоритму.
- Інтерпретувати структурні схеми алгоритмів.
- демонструвати вміння складати алгоритми розв'язування медичних задач

Базовий рівень підготовки

Шкільний курс інформатики. Навики роботи в програмі Microsoft Power Point.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Основи формалізації та алгоритмізації медичних задач

Формалізація – процес подання інформації про об'єкт у вигляді алгоритму. В результаті аналізу задачі визначається специфіка даних, вводиться система умовних позначень, встановлюється приналежність її до одного з класів задач (наприклад, математичні, фізичні, медичні тощо).

Якщо певні аспекти розв'язуваної задачі можна виразити в термінах якої-небудь формальної моделі (визначеної структури, що використовується для подання даних), то це, безумовно, необхідно зробити, оскільки в цьому випадку в рамках формальної моделі можна дізнатись, чи існують методи й алгоритми розв'язання поставленої задачі. Навіть якщо вони не існують, то використання засобів і властивостей формальної моделі допоможе в побудові розв'язку задачі.

Формалізована медико-біологічна задача повинна бути алгоритмізованою. Під алгоритмізацією розуміють метод опису систем або процесів шляхом створення алгоритмів їх функціонування.

Під алгоритмом зазвичай розуміють правило, що вказує дії, в результаті виконання яких приходимо до шуканого результату. Таку послідовність дій називають алгоритмічним процесом, а кожну дію – його кроком. Етап алгоритмізації в загальному випадку настає лише тоді, коли зрозуміла постановка задачі, коли існує чітка формальна модель, в рамках якої буде, власне, відбуватися розв'язання задачі. З цієї точки зору процес підготовки задачі передбачає:

- постановку задачі – визначення її змісту та вихідних даних.
- розробку алгоритму розв'язання – вибір методу розв'язування та опис послідовності дій.
- представлення алгоритму розв'язання – побудова структурної схеми алгоритму.

Алгоритми та їх властивості.

У IX ст. узбецький математик Мухаммед, уродженець Хорезма (арабською “аль-Хорезмі”), розробив правила виконання чотирьох арифметичних дій над числами в десятковій системі числення. Множину цих правил назвали алгоритмом (algorithmi – від латинського написання імені аль-Хорезмі), а потім словом “алгоритм” почали позначати сукупність правил певного виду, а не тільки правил виконання арифметичних дій.

Алгоритм — це упорядкований скінчений набір чітко визначених правил для розв'язування задач за скінчену кількість кроків.

Говорячи про алгоритми, необхідно розглянути джерела їх виникнення.

Перше джерело – це практика, наше повсякденне життя, що надає можливість, а іноді й вимагає отримувати алгоритми шляхом описання дій з розв'язування різних задач. Такі алгоритми називаються емпіричними.

Друге джерело – це наука. З її теоретичних положень і встановлених фактів можуть бути виведені алгоритми. Так, на основі теоретичних законів можна побудувати алгоритми для управління різними технологічними процесами.

Третім джерелом є різні комбінації і модифікації вже наявних алгоритмів. Прикладами алгоритмів є правила приготування ліків в аптеці, інструкції прийняття ліків, процес лікування хворого тощо.

Властивості алгоритмів

Будь-який алгоритм повинен мати такі основні властивості:

Визначеність. Алгоритм не повинен містити вказівок, зміст котрих може бути сприйнятий неоднозначно. Крім того, після виконання чергової вказівки алгоритму не має виникати ніяких суперечностей відносно того, яка вказівка буде виконуватися наступною. Інакше кажучи, при виконанні алгоритму ніколи не повинна з'являтися потреба у прийнятті будь-яких рішень, котрі непередбачені укладачем алгоритму.

Масовість. Алгоритм складається не для розв'язання однієї конкретної задачі, а для цілого класу задач одного типу. В простому випадку ця варіативність алгоритму забезпечує можливість використання різних допустимих вихідних даних.

Дискретність. Процес, який описується алгоритмом, має бути поділений на послідовність окремих дій. Описання, що при цьому виникає, являє собою послідовність чітко відокремлених одна від однієї вказівок, котрі утворюють дискретну структуру алгоритмічного процесу – лише виконавши вимоги однієї вказівки, можна перейти до наступної.

Результативність – обов'язкова властивість алгоритмів. Її суть полягає у тому, що при точному виконанні всіх вказівок алгоритму процес прийняття рішення (отримання результату) повинен закінчитися через скінчену кількість кроків і при цьому має бути отримана відповідь на поставлені в задачі питання.

Способи подання алгоритмів

Існує кілька способів подання алгоритмів: словесний, символічний, графічний.

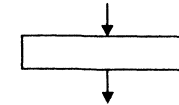
Словесний спосіб полягає в описуванні алгоритму в термінах української мови. Даний спосіб застосовується рідко, оскільки запис при цьому досить громіздкий і можуть виникнути суперечливі тлумачення алгоритму.

Символічний спосіб полягає в записі алгоритму за допомогою умовних символів. Даний спосіб подання алгоритму робить запис алгоритму дуже стислим, і не наочним.

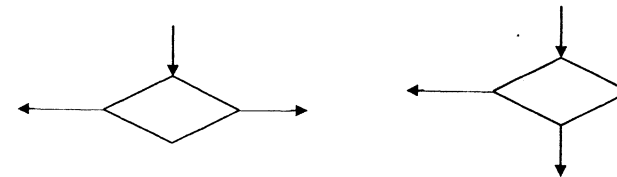
Графічний спосіб – зображення алгоритму у вигляді структурної схеми, котра складається з окремих блоків. Цей спосіб подання алгоритму є найбільш зручним і наочним.

При поданні задачі графічним способом застосовують такі основні види блоків:

- Блок у вигляді прямокутника символізує виконання певних вказівок задачі. Стрілками позначається напрям ходу виконання умов задачі.



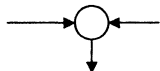
- Блок у вигляді ромба символізує перевірку виконання певного твердження з метою прийняття рішення про напрям ходу подальшого виконання умови задачі. Всередині блока описується умова, яку треба перевірити. Можливі операції вказуються на виходах – лініях, що виходять з блока.



- Початок і кінець алгоритму зображуються у вигляді овальних блоків.



- Якщо існує потреба звести кілька ліній в одну, то використовують сполучне коло.



При складанні структурної схеми алгоритму укладач повинен дотримуватися наступних правил, так званих правил для складання структурної схеми алгоритму:

- Будь-який алгоритм повинен мати початок і кінець
- Усі блоки, крім перевірки умови, мають тільки один вихід.
- Усі блоки алгоритму мають не більше одного входу.
- Лінії алгоритму не можуть розгалужуватися.
- Типи алгоритмів та їх структурні схеми

Типи алгоритмів

Лінійні алгоритми

Алгоритм, який містить лише вказівки про безумовне виконання деякої послідовності дій, без повторень або розгалужень (просте слідування) називають *лінійним*.

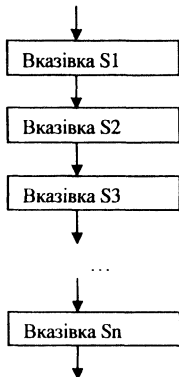


Рис. 10.1. Схематичне зображення лінійного алгоритму

Розглянемо задачу, яку можна формалізувати за допомогою лінійного алгоритму.

Задача 1. При гострих та хронічних бронхітах; зниженні апетиту, погіршенні травлення лікар, зокрема, рекомендує пацієнту приймати трави материнки. Спосіб її застосування та дози подано на упаковці у вигляді тексту наступного змісту: 10 г трави (2 ст. ложки) материнки поміщають в емальований посуд, заливають 200 мл (1 стакан) кип'яченої води кімнатної температури, закривають кришкою і настоюють на киплячій водянній бані 15 хв. Охолоджують при кімнатній температурі 45 хв., проціджують, залишок віджимають до процідженого настою. Настій доводять кип'яченою водою до 200 мл. Приймають в теплом вигляді по ½ стакани 2 рази на день за 15 хв. до їди.

Реалізація наведеної задачі зображено на рис.10.2

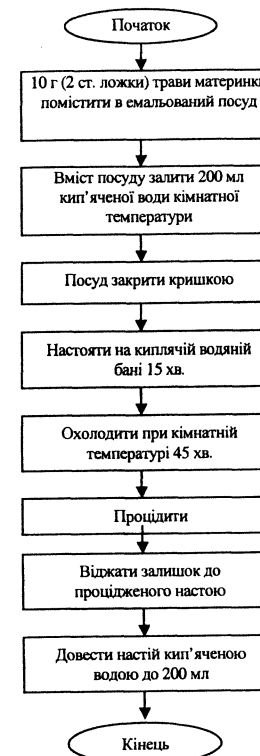


Рис. 10.2. Структурна схема лінійного алгоритму

Розгалужені алгоритми

Алгоритм, в якому передбачається перевірка певного твердження називають розгалуженим.

Розгалуження – це така форма організації дій, при якій в залежності від виконання або невиконання деякої умови здійснюється або та, або інша послідовність дій.

Умова – це будь-яке твердження або запитання, що допускає лише дві можливі відповіді “так” (істинне твердження) або “ні” (твердження хибне).

Для виконання певної вказівки S треба спочатку визначити хибне чи істинне твердження P. Якщо твердження P істинне, то виконуємо вказівку S1 і на цьому вказівка S закінчується. Якщо ж твердження P хибне, то виконується вказівка S2 (або вона не передбачена умовою задачі) і на цьому вказівка S закінчується (рис 3.3 і 3.4).

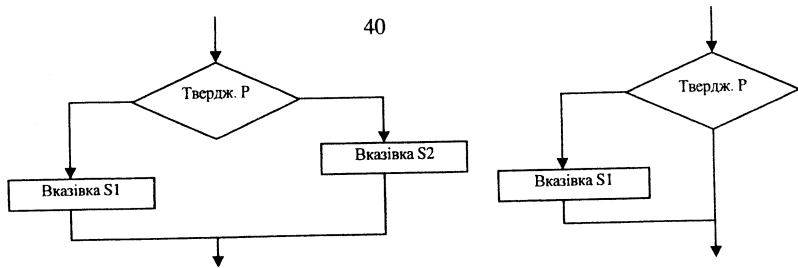


Рис. 10.3. Повна форма розгалуження. Рис. 10.4. Неповна форма розгалуження

Розглянемо задачу, яка формалізована за допомогою розгалуженого алгоритму.

Задача 2. При діагностиці захворювання шлунково-кишкового тракту визначають кислотність середовища РН-метрії користуються наступними критеріями: $\text{РН} < 7$ – середовище кисле, $\text{РН} = 7$ – середовище нейтральне, $\text{РН} > 7$ – середовище лужне.

Реалізація даної задачі зображено на рис. 10.5.

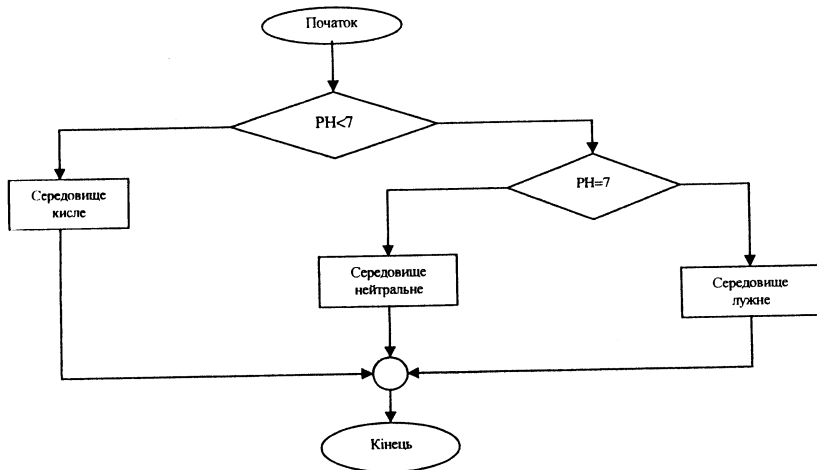


Рис. 10.5. Структурна схема розгалуженого алгоритму

Циклічні алгоритми

Алгоритми, в яких передбачено багаторазове повторення деякої послідовності дій називають циклічними.

Цикл – це форма організації дії, при якій та сама послідовність дій виконується кілька разів доти, поки виконується деяка умова. Розрізняють два типи циклів:

Цикл-ПОКИ.

У структурі цикл-ПОКИ для виконання вказівки S спочатку треба визначити, істинне чи хибне твердження P. Якщо P істинне, то виконується вказівка S1 і знову повертаються до визначення істинності твердження P. Якщо ж твердження P хибне, то виконання вказівки S вважається закінченим (рис. 10.6).

Цикл-ДО

У структурі цикл-ДО спочатку виконується вказівка S1, а потім визначається істинність твердження P. Якщо P істинне, то знову виконується вказівка S1 і визначається істинність твердження P. Якщо ж твердження P хибне, то виконання вказівки S вважається закінченим (рис. 10.7).

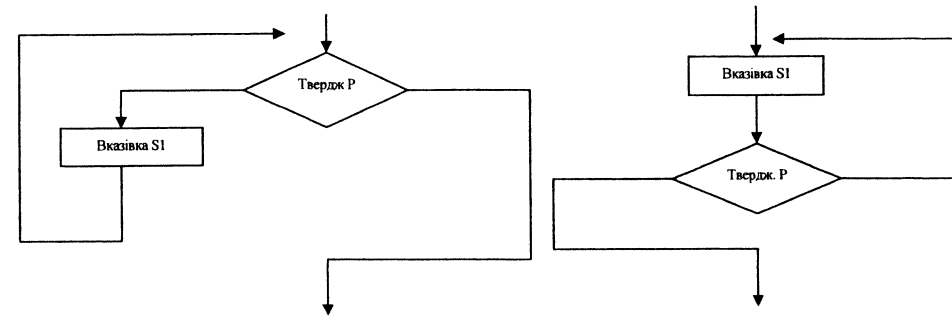


Рис. 10.6. Цикл – після

Рис. 10.7. Цикл – до

Розглянемо задачу, яка формалізована за допомогою розгалуженого алгоритму.

Задача 3. Подати графічним способом алгоритм визначення значень тиску крові в аорті $P = P_0 e^{-kt}$ у діапазоні $0 \leq t \leq 1$ (с) з кроком $\Delta t = 0,1$ (с). P_0 – початкове значення тиску крові, x – гідравлічний опір аорти, k – еластичність аорти.

Згідно умови задачі одна й та сама дія виконується багаторазово при послідовно зростаючому значенні t.

Реалізація даної задачі зображено на рис. 10.8.

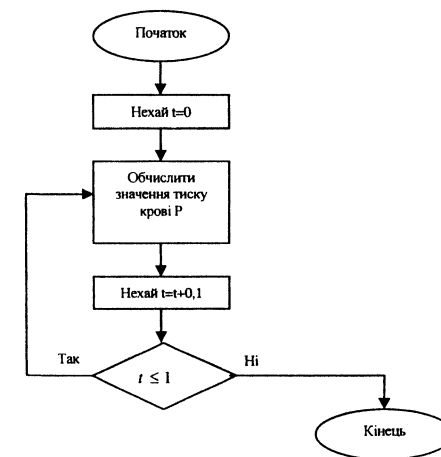


Рис. 10.8. Структурна схема циклічного алгоритму.

Практична частина

Виконати наступні завдання в середовищі MS PowerPoint.

Вимоги до виконання завдань:

Скласти структурну схему алгоритму поставленої медичної задачі дотримуючись правил для складання структурної схему алгоритму .

Відобразити складений алгоритм в середовищі MS PowerPoint.

Зміст кожного блоку алгоритму відобразити на окремому слайді.

Слайди презентації повинні містити кнопки для регулювання ходу виконання вказівок алгоритму.

При точному виконанні всіх вказівок алгоритму маємо отримати відповідь на поставлене питання задачі.

Розробити структурну схему алгоритму про дозування серцевого препарату корглікону залежно від віку пацієнта, виходячи з таких критеріїв:

Вік (років)	Доза (мг)
До 2	не призначається
2–6	0,1–0,5
6–12	0,5–0,75
більше 12	0,75–1

Розробити структурну схему алгоритму визначення виду кровотечі за певними ознаками.

Розрізняють кровотечу артеріальну, венозну та капілярну. Найбільш небезпечна артеріальна кровотеча, ознаками якої є витік крові пульсуючим потоком у вигляді фонтану яскраво-червоного кольору. Венозна кровотеча виникає при ушкодженні вен. Тиск у венах значно менший за артеріальний, тому кров витікає повільно, рівномірно-неперервним потоком темно-вишневого кольору. Капілярна кровотеча є наслідком ушкодження дрібних кровоносних судин (капілярів) і характеризується тим, що з усієї поверхні рани сочиться кров у невеликій кількості, така кровотеча у більшості випадків через деякий час зупиняється самостійно внаслідок природного зсідання крові.

У лабораторії медико-біологічних досліджень треба підтримувати температуру, яка дорівнює 20°C. У розпорядженні дослідника є нагрівник, вимірник температури, ЕОМ. Розробити структурну схему алгоритму керування ЕОМ всією зазначеною апаратурою для отримання необхідного результату.

Питання для самостійної роботи

Поняття алгоритму.

Властивості алгоритму.

Способи подання алгоритмів.

Типи алгоритмів.

Правила складання структурної схеми алгоритму

Рекомендована література

Основні джерела.

1. Handbook of Medical Informatics. Editors: J.H. van Bemmel, M.A. Musen. – <http://www.mieur.nl/mihandbook>; <http://www.mihandbook.stanford.edu>

2. Криницький Н.А. Алгоритмы вокруг нас. – М.: Наука, 1977. – 224с.

3. Алферова З.В. Теория алгоритмов. – М.: Статистика, 1973. – 164с.

Додаткові джерела.

1. Чалий О.В., Д'яков В.А., Хаїмзон І.І. Основи медичної інформатики та обчислювальної техніки. – К.: Вища школа, 1993. – 142с.

11. КЛІНІЧНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ. ЗАСОБИ ПРОГНОЗУВАННЯ. МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.

Конкретні цілі заняття:

Застосування клінічних систем прийняття рішень. Типи систем.

Засоби прогнозування. Підтримка прийняття рішень за допомогою простих засобів прогнозування.

Представлення систем підтримки прийняття рішень. Експертні системи. Побудова бази знань та структурування. Повторне використання онтологій. Сучасна архітектура системи прийняття рішень.

Базовий рівень підготовки

Елективний курс «Європейський стандарт комп'ютерної грамотності. Володіти навичками роботи з програмним забезпеченням комп'ютера.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Вступ

Комп'ютерні програми, як правило, пристосовані для розв'язання точно визначеного кола задач. Розширити чи якось змінити це коло можна тільки шляхом внесення у програму відповідних інструкцій програміста. Але таке удосконалення потребує багато часу і завжди існує ймовірність додаткових помилок. Розвиток технологій штучного інтелекту (програмних засобів, які можуть у певних межах імітувати на комп'ютері деякі риси мислення людини) зумовив появу нового класу програмних засобів, здатних до самонавчання та накопичення нової, корисної інформації. Саме до цього класу належать експертні системи, які широко застосовуються в медицині для підтримки прийняття рішень при розв'язанні різноманітних проблем діагностики, прогнозування, лікування, управління, навчання і т. ін.

Експертні системи — це складні програмні пакети, що акумулюють знання висококваліфікованих фахівців у конкретних предметних галузях і здатні на їхній основі давати обґрунтовані рекомендації чи розв'язати поставлену задачу з поясненнями у зрозумілій формі.

Існує багато видів експертних систем, серед яких можна виділити наступні:

- експертні системи інтерпретації даних, що визначають зміст даних, зокрема даних медичних спостережень та дослідів;
- експертні системи діагностики, під час якої визначається характер відхилення стану об'єкта від норми і на цій основі його зараховують до відповідної категорії;
- експертні системи моніторингу, орієнтовані на неперервну інтерпретацію даних у реальному часі та сигналізацію про вихід тих чи інших параметрів за допустимі межі, зокрема, експертні системи медичного моніторингу в палатах реанімації;
- експертні системи прогнозування логічно роблять імовірнісні висновки про майбутній перебіг подій із ситуацій, що склалися, з урахуванням усіх обставин. В медицині з їхньою допомогою прогнозують перебіг хвороби при різних схемах лікування, визначаючи найкращу для конкретного хворого;
- експертні системи навчання визначають похибки при вивченні якоїсь дисципліни, збираючи при цьому та аналізуючи дані про «слабкі місця», а потім дають необхідні пояснення та рекомендації, що визначають, які вправи потрібні для поліпшення підготовки майбутнього лікаря;
- експертні системи планування визначають оптимальні плани дій об'єктів, здатних виконувати деякі функції;

- експертні системи проектування готують документацію на створення об'єктів із заздалегідь визначеними властивостями, що містять навіть готові креслення та відповідний опис.

За ступенем інтеграції експертні системи розрізняють таким чином:

- автономні експертні системи, що працюють безпосередньо у режимі консультацій з користувачем без застосування якихось традиційних методів обробки даних (розрахунки, моделювання та ін.);
- гібридні експертні системи, що містять стандартні пакети прикладних програм обробки, СУБД, електронні таблиці та засоби управління ними.

Зрозуміло, що гібридні експертні системи значно складніші, але їх можливості виправдовують витрати на їх розробку та обслуговування.

Моделювання експертних систем

При створенні експертної системи група, що складається з експертів і інженерів по знанню, збирає факти, правила й евристичні правила. Зібрані дані і знання далі включаються в програму штучного інтелекту.

Експертні системи можуть функціонувати в двох режимах роботи: режимі навчання і режимі роботи.

При роботі в режимі навчання ЕС знаходиться в активному діалозі з експертом. При цьому відбувається заповнення баз даних і знань як на підставі інформації, що вводиться самим експертом, так і на підставі його відповідей на питання, які ЕС сама активно задає експертові. Останній режим роботи, коли експерт виявляється в ролі опитуваного, обумовлений тим, що експертна система, як накопичувач емпіричного досвіду в предметній області, "бачить" ту необхідність зв'язку фактів і знань, що може бути упущена самим експертом.

У режимі роботи ЕС виконує ті функції, для яких вона створюється із споживчої точки зору.

Функції експертних систем:

1. Експертиза проектів.
2. Оцінка кваліфікації фахівців.
3. Постановка діагнозу.
4. Оцінка ефективності лікування.
5. Призначення схеми лікування.

З урахуванням усього вищесказаного, експертна система – це "інтелектуальна" програма, що виконує функції експерта при рішенні якої-небудь задачі в області його компетенції. ЕС, як і експерт-людина, у процесі своєї роботи оперує зі знаннями. Знання про предметну область, що необхідні для роботи експертної системи, певним чином формалізовані і представлені в пам'яті у вигляді бази знань, що може змінюватися і доповнюватися в процесі розвитку системи.

ЕС виникли як значний практичний результат у застосуванні і розвитку методів штучного інтелекту (ШІ) – сукупності наукових дисциплін, що вивчають методи вирішення задач інтелектуального, творчого характеру, з використанням ЕОМ.

Область ШІ має вже більш ніж 40-річну історію розвитку. Із самого початку в ній розглядався ряд досить складних задач, що і дотепер є предметом досліджень: автоматичний доказ теорем, машинний переклад з однієї мови на іншу, розпізнавання зображень і аналіз схем, планування дій роботів, алгоритми і стратегії ігор. З часом мінялася точка зору на методи рішення цих задач.

У 50-і роки основним напрямком розвитку систем ШІ було моделювання роботи людського мозку за допомогою нейронних мереж. Однак, через недостатньо високий рівень розвитку обчислювальної техніки в той час, розробка нейронних мереж поступилася місцем іншим методам ШІ і знову активізувалася лише в 80-і роки, коли були розроблені перші нейрокомп'ютери.

У 60-і роки основна увага була приділена розробці загальних методів евристичного пошуку методів, заснованих на евристичних (неформалізованих правилах рішення задач). Приклад універсальної евристики, у якій сформована стратегія рішення задач відома як пошук у глибину:

ЯКЩО – метод рішення задачі не відомий,

ТО – варто спробувати розбити задачу на частині і вирішити кожна з них як самостійну задачу.

Цей простий приклад демонструє всі особливості евристик: нечіткість, обмеженість області застосування. Досвід показав, що універсального набору евристик, що дозволяє вирішити задачу з будь-якої області і будь-якої складності, очевидно, не існує.

Інтелектуальні розв'язки задач, побудовані на наборах загальних евристик, виявилися в змозі вирішувати лише "іграшкові" задачі. Однак саме дослідження методів евристичного пошуку виявилось необхідним кроком до наступного етапу розвитку.

З кінця 60-х років провідні спеціалісти в області ШІ істотно змінили свою точку зору на методи рішення задач. Було з'ясовано, що ефективність методу рішення задачі залежить у першу чергу від конкретних знань про досліджувану область, і лише в останню – від загальних стратегій і схем логічного висновку.

Цей принцип – один з найважливіших принципів розробки ЕС. Інакше кажучи, чим більш універсальною системою ШІ планується зробити, тим меншою потужністю вона буде володіти (здатна буде вирішувати лише дуже прості задачі). І навпаки, чим більш ми конкретизуємо область, задачу і знання про її рішення, тим вище буде "інтелектуальний рівень" системи, що вирішує дану задачу з використанням вкладених у неї знань: однак при цьому система буде здатна вирішувати тільки одну задачу.

Першою системою заснованою на такому підході стала система DENDRAL, розроблена в 1965 році в Стенфордському університеті. Система DENDRAL – висококваліфікований експерт в області хімії. Вона вирішує задачу побудови можливих хімічних структур по експериментальним даним про досліджувану речовину. Ця система у своїй роботі використовує базу знань, що містить не загальні евристичні правила, подібні приведеним вище, а кілька десятків евристик – специфічні правила міркувань, що відбивають, властивих хімікам. Ця система з'явилася новим етапом у розвитку ЕС.

Проблеми пов'язані з побудовою експертних систем.

Перші труднощі виникають у зв'язку з постановкою задачі. Більшість замовників, плануючи роботу ЕС, унаслідок недостатньої компетентності в питаннях застосування методів ШІ, схильні значно перебільшувати очікувані можливості системи. Замовник бажає бачити в ній самостійного, мислячого експерта в досліджуваній області, здатного вирішувати широке коло задач. Тому, коли замовник формулює задачу системі, вона виходить занадто широкою, занадто громіздкою для системи. І як наслідок, система втрачає свою продуктивну потужність. Тому найбільше доцільно обмежитись для початку не занадто складною доступною для огляду задачею в розглянутій області, для рішення якої немає простого алгоритмічного способу. Крім того, важливо, щоб вже існувала сформована методика рішення цієї задачі "вручну" або якими-небудь розрахунковими методами. Для успішної розробки ЕС необхідна не тільки чітка і конкретна постановка задачі, але і розробка докладного (хоча б словесного) опису "ручного" методу її рішення. Якщо це зробити важко, то подальша робота з побудови експертної системи втрачає зміст.

Другі й основні труднощі – проблема набуття знань. Ця проблема виникає при передачі ЕС знань, якими володіють експерти-люди. Зрозуміло, для того щоб навчити комп'ютерну систему для початку необхідно формалізувати, систематизувати ці знання на папері. Це може показатися парадоксальним, але більшість експертів успішно використовуючи свої знання в роботі, утруднюються при спробі сформулювати і представити в систематичному виді хоча б основну частину цих знань.

Таким чином, з'ясовується, що для побудови експертної системи необхідна участь у ній особливого роду фахівців, що володіють зазначеною сукупністю знань і виконуючих функцій посередників між експертами в предметній області і комп'ютерних системах. Вони одержали назву інженери знань.

Треті серйозні труднощі – у дуже великій трудомісткості створення ЕС: потрібно розробити засоби керування базою знань, логічного висновку, діалогової взаємодії з користувачем і т.д. Обсяг програмування настільки великий, а програми настільки складні і не традиційні, що має сенс на попередньому етапі створювати демонстраційний прототип системи.

Функціонування експертних систем

Аналіз роботи експертної системи найбільше зручно провести, попередньо розглянувши її структурну організацію (рис.11.1).

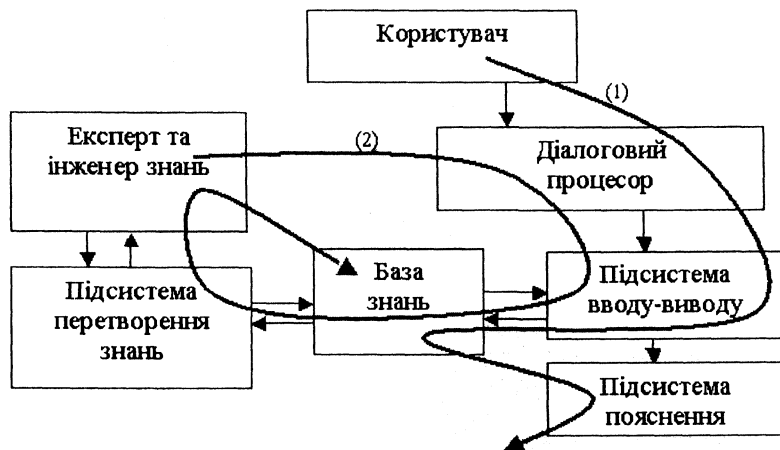


Рис. 11.1.

ЕС має дві категорії взаємодії і два окремих входи, що відповідають різним цілям роботи користувачів з ЕС:

1. Користувач, якому буде потрібна консультація ЕС – діалоговий сеанс роботи з нею, у процесі якого вона вирішує деяку експертну задачу. У цьому випадку діалог з ЕС здійснюється через діалоговий процесор – спеціальний компонент ЕС, призначений для забезпечення контакту користувача і ЕС. Існує дві основні форми діалогу з ЕС – діалог на обмеженій підмножині природної мови і діалог на основі меню. На рисунку послідовність процесів у структурі ЕС зображена у виді сірої ламаної лінії (1).
2. Експертна група інженерії знань, що складає з експертів у предметній області й інженерів знань. У функції цієї групи входить заповнення бази знань, яке здійснюється за допомогою спеціального діалогового компонента ЕС – підсистеми перетворення знань, що дозволяє частково автоматизувати цей процес. Послідовність процесів при контакті з ЕС контактної групи знань зображена у виді сірої ламаної лінії (2).

База знань – найбільш важливий компонент ЕС, на якій засновані її "інтелектуальні здібності". У відмінності від всіх інших компонентів ЕС, база знань – змінна частина системи, що може поповнюватися і модифікуватися інженерами знань, у міру нагромадження знань і досвіду використання ЕС, між консультаціями. Існують кілька способів представлення знань у ЕС, однак загальним для усіх них є те, що знання представлені в символній формі, елементарними компонентами представлення знань є тексти, списки й інші символні структури. Тим самим, у

ЕС реалізується символна природа міркувань, що полягає в тім, що процес міркування представляється як послідовність символних перетворень.

Найбільш розповсюджений спосіб представлення знань – у виді конкретних фактів і правил, по яких з наявних фактів можуть бути виведені нові. Факти представлені, наприклад, у виді трійок:

(АТРИБУТ, ОБ'ЄКТ, ЗНАЧЕННЯ)

Такий факт означає, що заданий об'єкт має заданий атрибут (властивість) із заданим значенням. Наприклад, трійка (ТЕМПЕРАТУРА, ПАЦІЄНТ, 37.5) представляє факт – "температура хворого дорівнює 37.5 градусів". Такий спосіб представлення фактів прийнятий у системі MYCIN. У більш простих випадках факт виражається не конкретним значенням атрибута, а яким-небудь простим твердженням, що може бути істинним або хибним. Наприклад: "У хворого нежить". У таких випадках факт можна позначати яким-небудь коротким ім'ям або використовувати для надання факту сам текст відповідної фрази. Правила в базі знань мають вигляд:

ЯКЩО А ТО S, де А – умова, S – дія.

Дія S справджується, якщо А істинно. Найчастіше дія S, так само, як і умова, являє собою твердження, що може бути виведено системою, якщо істинна умова правила А.

Правила в базі знань служать для представлення евристичних знань (евристик), тобто неформальних правил міркувань, вироблених експертом на основі досвіду його роботи.

Приклад ЯКЩО ... → ... ТО :

ЯКЩО У ХВОРОГО НЕЖИТЬ, ТО НЕЗАБАРОМ ВІН ЗАХВОРИЄ НА ГРИП.

Як умова А може виступати або факт, або кілька фактів з'єднаних логічною операцією І: А і А₁ і А₂ і... А_n.

У математичній логіці таке вираження називається кон'юнкцією. Воно вважається вірним у тому випадку, якщо вірні всі його компоненти. Дії, що входять до складу правил, можуть містити нові факти. При застосуванні таких правил ці факти стають відомі системі, тобто включаються в безліч фактів, що називається робочою множиною. Якщо система не може вивести деякий факт, істинність або хибність якого потрібно установити, то система питає про нього користувача.

Підсистема вводу-виводу – програмний компонент ЕС, що реалізує процес її міркувань на основі бази знань і робочої множини. Мета роботи ЕС – вивести деякий заданий факт, що називається цільовим твердженням, або спростувати цей факт. При наданні фактів у вигляді трійок цільове твердження формується у вигляді: "Знайти значення атрибута А у об'єкта О". Цільове твердження може бути закладене заздалегідь у базу знань системи, або витягується системою з діалогу з користувачем.

Робота системи являє собою послідовність кроків, на кожному з яких з бази знань вибирається деяке правило, що застосовується до поточного вмісту робочої множини. Цикл закінчується, коли виведене або спростоване цільове твердження. Цикл роботи ЕС інакше називається логічним висновком. Логічний висновок може відбуватися багатьма способами, у більшості випадків це зворотний ланцюжок міркувань або прямий ланцюжок міркувань.

У прикладі діалогу з ЕС у випадку простої ЕС і бази знань, діалог користувача із системою можна уявити собі в такий спосіб:

Система: ви хочете довідатися, чи потрібні хворому ліки

Користувач: Так

Система: чи Вірно, що у хворого нежить?

Користувач: Так

Система: чи Вірно, що у хворого температура?

Користувач: Так

Система (після деякого міркування): Потрібно дати хворому ліки.

Як видно з цього приклада, у ході консультації ініціатива діалогу належить системі, а сама консультація в ЕС виглядає також як і консультація в експерта людини: задається ряд питань і на підставі їхнього аналізу видається експертний висновок. Однак, у відмінності від бесіди з фахівцем, діалог з ЕС має свої психологічні особливості: більшість користувачів схильні менше довіряти "думці" експертної системи, чим думці живого експерта.

Щоб упевнитися в розумності і компетентності ЕС, користувач може звернутися до її підсистеми *пояснення*. Для того, щоб зрозуміти як вона працює, необхідно розглянути питання в якій формі ЕС зберігає інформацію про процес своїх міркувань. У ЕС прийнято представляти процес логічного висновку у виді схеми, що називається *деревом висновку*.

Характеристики експертних систем

За способом вирішення задач діагностики розрізняють ймовірнісні та експертні системи. У *ймовірнісних* системах діагностика здійснюється шляхом реалізації одного з методів розпізнавання образів або статистичних методів прийняття рішень. В експертних системах реалізується логіка ухвалення діагностичного рішення досвідченим лікарем.

Знання, на яких заснована ЕС, повинні бути явними і доступними, високоякісними, отриманими неодмінно на рівні професіоналів, більш глибокими і повними, ніж у звичайного користувача, і, таким чином, повинні забезпечувати глибину і компетентність системи. Система повинна вміти працювати не тільки з кількісною, але і з важко сформульованою якісною інформацією, що особливо важливо для вирішення медичних задач. По типу підтримки рішення системи можна розділити на два класи.

Системи, що поліпшують діагностику. Такі системи існують в основному для більш точного визначення діагнозу або прогнозу, вони знижують непевність у поточній або майбутній ситуації щодо пацієнта. Ці системи розглядають кілька джерел медичних знань, що включають різні дисципліни.

Системи, що пропонують кращу стратегію. Ці системи відповідають на питання: які додаткові дослідження можуть бути зроблені? Що змінити в розпорядку дня, щоб поліпшити лікування? Як найкраще повідомити пацієнта про його стан? Ці системи повинні враховувати також фінансові й етичні сторони лікування.

На практиці медичні експертні системи звичайно включають обидва ці типи. Важко відокремити лікування від діагнозу, і часто дуже корисно буває знайти додаткову інформацію, що стосується пацієнта або хвороби.

По типу втручання експертні системи поділяються на пасивні, напівактивні та активні. Більшість систем підтримки рішення працюють у *пасивному* режимі. Лікар повинен явно зробити запит до системи, описати випадок і чекати поради системи. У залежності від наданої інформації і необхідної поради використовуються два підходи:

у консультативній системі користувач (лікар) подає необхідну інформацію про пацієнта, а система видає діагностичну або терапевтичну раду. Приклад: система MYCIN, створена Шортлайфом (Shortliffe) і його колегами в Стенфордському Університеті;

у критичній системі користувач (лікар) подає необхідну інформацію про пацієнта й інформацію щодо запланованої подальшої діагностичної або лікувальної стратегії. Система робить критичний аналіз пропозицій лікаря і видає свої рекомендації. Приклад: система ATTENDING, створена Р. Miller у Єльському Університеті.

Напівактивні системи підтримки рішення працюють на основі аналізу інформації, що надходить, і бази знань, виробляючи рішення. Такі системи відіграють роль охоронних систем. Тут можна виділити автоматичні і сигнальні системи:

автоматичні системи нагадування контролюють дії медперсоналу. Вони допомагають уникати неправильного призначення препаратів і дозувань медикаментів, керуючись раніше розробленими протоколами;

сигнальні системи відслідковують біологічні або фізіологічні параметри пацієнта і повідомляють про відхилення від діапазону.

Активні системи забезпечують поради або дії, спеціально призначені для конкретного пацієнта. Вони можуть прийняти рішення автоматично, без втручання лікаря. Це може бути видача розпоряджень медперсоналу на додаткові дослідження, що відповідають протоколові ведення пацієнта, або автоматичний контроль керування деякими медичними системами (апарати штучного кровообігу, гемодіаліза, кардіостимулятори).

Приклади застосування експертних систем

Найбільш ефективно застосування експертні системи одержали в діагностиці, не тільки медичної, але і технічної й економічної.

Великий вплив на розвиток експертних систем зробила розроблена ще в 1970-і роки в Стенфордському університеті система MYCIN, що зараз вважають класичною. Ця система діагностує бактеріальні інфекції крові і дає рекомендації щодо терапії. База знань системи MYCIN складає сотні правил типу ЯКЩО → ТО, які є ймовірнісними, що дозволяє приймати правильні рішення при помилковості частини даних. Система має блок пояснення міркувань.

Фармакокінетика. Фармакокінетична модель дозволяє представити і визначити кількісно різні фази обміну лікарського засобу (поглинання, поширення, перетворення в активних і неактивних метаболітах, виведення). Вимір біологічних параметрів пацієнта і консультації з експертною системою дозволяють індивідуально регулювати дозування лікарського засобу. Клінічне використання цього методу особливо важливо при застосуванні препаратів з вузьким терапевтичним вікном (інтервал оптимального дозування є маленьким, і є високий ризик неефективності або передозування).

Терапія. Найбільш видатні приклади діагностичної допомоги — INTERNIST; CADUCEUS; QMR-системи, розроблені в Університеті Пітсбурга. Система INTERNIST охоплює приблизно 80% терапії і використовує у своїй основі зведення про 4500 симптоми і синдроми, 600 хворобах. Кожна хвороба описана приблизно 80 симптомами.

З огляду на симптоми, представлені пацієнтом, система визначає різні діагностичні гіпотези. Дослідження показали, що діагнози, що виставляються системою, притримуються до роботи експерта. Практичне використання системи утруднене через великі витрати часу при роботі з нею.

Хіміотерапія. Система ONCOCIN, розроблена в онкологічній клініці Стенфордського університету, призначена допомагати призначенню хіміотерапії онкологічним хворим. Вона допомагає вибрати терапевтичні протоколи, що можуть бути застосовані до конкретного пацієнта, визначити дози хіміотерапії і контролювати хід лікування. Інтеграція в медичну інформаційну систему. Система HELP, розроблена і впроваджена в госпіталі Солт-Лейк-Сіті, являє гарний приклад системи підтримки прийняття рішень, інтегрованої в стаціонарну інформаційну систему. Працює вона в напівавтоматичному режимі. Система попередження виявляє патологічні відхилення в лабораторних даних і визначає неадекватні дозування лікарських препаратів; аналізує мікробіологічні дані і порівнює з іншими доступними даними лабораторно-клінічних досліджень; інформує фармацевтів про застосування антибіотиків, вартості і тривалості лікування; попереджає, якщо виявляє інфекцію в аналізах, де її не повинне бути, повідомляє про випадки занадто довгої резистентної антибіотикотерапії.

Переваги використання експертних систем

Трудомісткість розробки експертних систем змушує задатися питанням: "Навіщо розробляти експертні системи? Чи не краще звертатися до людського досвіду, експертам?" Крім недоліків, ЕС мають позитивні якості.

Сталість. Професійні якості людини-експерта можуть серйозно мінятися згодом.

Легкість передачі або відтворення. Передача знань від однієї людини довгий процес. Передача штучної інформації — це просте копіювання програми або файлу даних.

Стійкість і відтворюваність результатів. Людина-експерт може приймати в подібних ситуаціях різні рішення через емоційні фактори, тоді як результати ЕС стабільні.

Вартість експлуатації. Робота висококваліфікованого експерта дорога, а ЕС дороги в розробці, але дешеві в експлуатації.

Моделювання медико-біологічних процесів

Основні види моделювання

Є реальний світ речей і явищ – зірок, атомів, переміщень, життя організмів, хвороб. А є відображуючий цю реальність мир моделей, з якими, зрештою, працює наша думка. Аналізуючи моделі, ми прогнозуємо властивості або подальше поведіння реального об'єкта.

Модель – це штучно створений людиною об'єкт будь-якої природи, що заміщає або відтворює досліджуваній об'єкт так, що вивчення моделі здатне подавати нову інформацію про об'єкт. Модель завжди бідніше реального об'єкта, вона завжди відображає лише деякі його риси, причому в різних випадках – різні. Усі залежить від задачі, для рішення якої створюється модель.

Об'єктами дослідження в біології і медицині є живий організм у цілому або його частини, що являють собою дуже складні системи. Тому дослідник неминуче вибирає спрощену точку зору, що підходить для рішення конкретно поставленої задачі. Вибір моделі визначається цілями дослідження. Можна виділити 4 види моделей, використовуваних у медицині і біології:

1) *Біологічні предметні моделі* служать для вивчення загальних біологічних закономірностей, дії різних препаратів, методів лікування. До цього типу моделей відносяться лабораторні тварини, ізолювані органи, культури кліток. Цей вид моделювання самий древній і відіграє велику роль у сучасній науці (перші польоти в космос, іспит нових лік і т.д.).

2) *Фізичні* (аналогові) моделі – це фізичні системи або пристрої, що володіють аналогічним з моделюваним об'єктом поведінням. Фізична модель може бути реалізована у виді деякого механічного пристрою або у виді електричного ланцюга. Наприклад, процес руху крові по великих судинах може бути змодельований електричним ланцюгом з конденсаторів і опорів. До фізичних моделей відносяться технічні пристрої, що замінюють органи і систем живого організму. Це – апарати штучного дихання, що моделюють легеню, апарати штучного кровообігу (модель серця) і т.д. Фізичне моделювання є традиційним для медицини і в даний час достатньо широко використовується й у лікувальній практиці, і в дослідницьких цілях.

3) *Кібернетичні* моделі – це різні пристрої, найчастіше електронні за допомогою яких моделюються інформаційні процеси в живому організмі. Серед інформаційних процесів один з найпоширеніших – це керування. (Наприклад, рухом руки, усього тіла або керування величиною зниці). Передбачається, що розвиток ЕОМ і створення супер-евм наступних поколінь дозволить вирішити проблему "штучного інтелекту", тобто супер-евм будуть кібернетичною моделлю роботи мозку людини.

4) *Математична* модель – це система формул, функцій, рівнянь, що описують ті або інші властивості досліджуваного об'єкта, явища або процесу. Закон всесвітнього тяжіння, закон Ома і т.д. усе це математичні моделі реальних фізичних явищ. Коли ж вивчають динамічні процеси, те математичною моделлю звичайно є система диференціальних рівнянь (тобто рівнянь утримуючі похідні) тому що саме похідні відбивають зміну цікавлячих нас величин у досліджуваній системі. Математичне моделювання якого-небудь процесу можливо, коли досить добре вивчені його фізичні і біологічні закономірності. Але перелік таких процесів у живому організмі поки ще невеликий. Впровадження ЕОМ розширили можливості математичного моделювання в медицині, тому що стало можливим моделювання більш складних систем.

Відмінні риси методу математичного моделювання полягають у наступному:

- по-перше, математичне моделювання дозволяє досліджувати поведінку біологічної системи в таких умовах, що важко створити в експерименті або клініці, причому без істотних матеріальних витрат,
- по-друге, зменшується час дослідження, тому що на ЕОМ можна за короткий час "розіграти" величезне число варіантів досвіду,

- по-третє, математична модель полегшує рішення задач по лікуванню хвороб, тому що дозволяє дуже швидко, у лічені секунди, відповісти на питання, що виникають при лікуванні.

Практична частина

Побудова прогнозу розвитку епідемії.

Виконайте функціональну апроксимацію (побудуйте функцію прогнозу) статистичних даних розвитку епідемії (табл. 11.1).

Таблиця 11.1

День розвитку епідемії	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість захворілих протягом дня на 10 тис. населення	1,2	4,1	9,2	15,3	24,8	35,1	48,6	63,4	81,3	102,5

Порядок виконання завдання.

1. Завантажте систему *MS Excel*.

2. Заповніть даними, представленими у табл. 11.1, робочий лист електронної таблиці.
3. Побудуйте діаграму залежності кількості захворілих від часу. Для побудови діаграми скористайтесь *правилом-орієнтиром* (дивись нижче) побудови діаграми. Відредагуйте діаграму таким чином, щоб крок по часу відповідав 5 діб.
4. Апроксимуйте отриману криву за допомогою степеневі функції. Рівняння покажіть на діаграмі.
5. Визначте на основі отриманої аналітичної залежності кількість захворілих на 10 тис. населення на 11, 13, 15 день від початку розвитку епідемії.
6. Визначте, у який день кількість захворілих на 10 тис. населення перевищить поріг 1000 чоловік/день.

Після викиду ядовитої речовини його концентрація (мг/л) в воді змінювалась у відповідності з наступною таблицею:

Таблиця 11.2

Час з моменту викиду, год	Концентрація речовини, мг/л
1	8,0
3	2,8
5	1,0
8	0,3

Визначити:

- вид функціональної залежності зміни концентрації речовини від часу;
- аналітичний вираз функціональної залежності;
- концентрацію речовини у воді на момент часу $t = 6$ год.;
- момент часу, коли концентрація становитиме 0,1 мг/л.

Приклад розв'язування завдань.

Завдання. Дослідити характер зміни в часі обсягів виробництва хіміко-фармацевтичного заводу й підібрати апроксимуючу функцію, маючи у своєму розпорядженні наступні дані:

Таблиця 11.3

Рік	Виробництво ліків, млн. од
2000	17,1
2001	18,0
2002	18,9
2003	19,7
2004	19,7

Розв'язання.

Для побудови діаграми, насамперед, необхідно ввести дані в робочу таблицю. Вводимо в комірку *A1* слово «Рік». Потім в комірки *A2:A6* послідовно вводимо роки. Аналогічно заповнюємо комірки *B1:B6*.

Далі за введеними в робочу таблицю даними необхідно побудувати діаграму. Оскільки в завданні необхідно показати динаміку змін виробництва ліків, виберемо діаграму *Графік*.

Клікком вказівника миші на відповідній піктограмі викликаємо *Мастер диаграм* (або меню *Вставка/Диаграмма*). У діалоговому вікні, що з'явилось, вибираємо тип діаграми *Графік*. Після натиснення кнопки *Далее* вказуємо діапазон даних — *B2:B6* (за допомогою миші). Перевіримо положення перемикача *Ряды в: столбцах*. Вибираємо вкладку *Ряд* і за допомогою миші вводимо діапазон підписів осі *X: A2:A6*. Натискаємо кнопку *Далее*, вводимо назву діаграми — *Виробництво ліків*, назви осей *X* і *Y: Роки й Умовні одиниці*, відповідно. Натискаємо кнопку *Готово*.


Отримуємо графік експериментальних даних.

Здійсимо апроксимацію отримані криві поліноміальною функцією другого порядку, оскільки крива досить гладка й не сильно відрізняється від прямої лінії. Для цього вказівник миші встановлюємо на одну із точок графіка й робимо клік правою кнопкою. У контекстному меню, що з'явилось, вибираємо пункт *Добавить линию тренда*. З'являється діалогове вікно *Линия тренда*.

В цьому вікні на вкладці *Тип* вибираємо тип лінії тренда — *Полиномиальная* і встановлюємо ступінь — 2. Потім відкриваємо вкладку *Параметры* і встановлюємо прапорці в поля *показывать уравнение на диаграмме*. Після чого натискаємо *ОК*.

В результаті одержимо на діаграмі апроксимуючу криву.

Правило-орієнтир побудови діаграми в середовищі електронних таблиць.

1. Виділіть область значень аргумента, функцій і назви аргументу і функції.
2. Виконайте команду *Вставка/Диаграмма* (або клік на кнопці  на *Панелі інструментів*).
3. У вікні "Тип диаграммы" кліком виберіть потрібний тип та натисніть кнопку *Далее*.
4. У вікні "Источник данных" перевірити правильність вказівки даних для побудови діаграми. Натисніть кнопку *Далее* для продовження чи кнопку *Назад* для повернення до попереднього пункту.
5. У вікні "Параметры диаграммы" встановіть необхідні параметри: легенду, заголовки, осі, лінії сітки, підписи даних, таблицю даних. Натисніть кнопку *Далее* для продовження.
6. У вікні "Размещение диаграммы" вкажіть розміщення або на поточному аркуші або на окремому.
7. Натисніть кнопку *Готово* для завершення побудови діаграми або кнопку *Назад* для повернення до попереднього пункту.

Питання для самостійної роботи

1. Дайте означення експертних систем.
2. Охарактеризуйте види експертних систем

3. Які ви знаєте функції експертних систем?
4. Які існують проблеми пов'язані з побудовою експертних систем?
5. Які основні принципи функціонування експертних систем?
6. Які основні характеристики?
7. В яких сферах діяльності використовуються експертні системи?
8. Яка користь від використання експертних систем?
9. Які види моделювання ви знаєте?

Рекомендована література

Основні джерела.

1. Герасевич В.А. Компьютер для врача. Самоучитель. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.
2. Д.Уоттерман. Руководство по экспертным системам. – М.: Мир, 1989.
3. Лопоч С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистичні методи в медико-біологічних дослідженнях з використанням EXCEL. – К.: Моріон, 2001. – 408 с.
4. Інформаційні системи і технології: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл./ С.Г.Карпенко, В.В.Попов, Ю.А.Тарнавський, Г.А.Шпортюк. – К.: МАУП, 2004. – 192 с.

Додаткові джерела.

1. Глушаков С.В., Сурядний А.С. Самоучитель для работы на ПК. Харьков: Фолио АСТ, 2003, 500 с.
2. Фигурнов В.В. IBM PC для пользователей. - М.: Финансы и статистика, 2001

12. ДОКАЗОВА МЕДИЦИНА

Конкретні цілі заняття:

Інтерпретувати використання доказів у прийнятті медичних рішень.
Демонструвати вміння складати алгоритми розв'язування медичних задач.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Принципи доказової медицини

Глобалізація інформаційних процесів у всіх сферах знань і, зокрема, в медицині призвела до якісно нових підходів при виборі рішення лікарем, організатором охорони здоров'я і в кінці кінців пацієнтом. Навіть в нових керівництвах часто приводять застарілі відомості, а рекомендації експертів у підручниках і оглядах не підтверджуються доказами. Потік медичної інформації все зростає – у світі видається близько 40000 медико-біологічних журналів, в яких публікується приблизно 2 мільйона статей щорічно. Практичні лікарі та керівники системи охорони здоров'я гостро потребують критичної оцінки інформації.

Виникає проблема – яку медицину обрати: традиційну чи альтернативну, “університетську” чи народну, вітчизняну чи західну. А при прийнятті будь-якого рішення в медицині (лікувального, діагностичного, управлінського) виникає проблема вибору, котрий базується на практиці, досвіді, інтуїції, на логіці наукових уявлень чи на доказах ефективності та безпеки, отриманих в процесі надійних експериментів.

Вирішити ці проблеми може медицина, що базується на доказах (evidence-based medicine), або доказова медицина, яка знаходиться в центрі уваги клініцистів, керівників системи охорони здоров'я, юристів, пацієнтів та громадськості. Доказова медицина передбачає добросовісне, з'ясовне та засноване на здоровому глузді використання найкращих сучасних доказів для лікування кожного пацієнта. Згідно іншого визначення, доказова медицина – це розділ медицини, котрий базується на доказах, що передбачають пошук, порівняння, узагальнення та розповсюдження отриманих доказів для використання в інтересах хворих.

Практика доказової медицини передбачає об'єднання індивідуального клінічного практичного досвіду з найкращими доступними незалежними клінічними доказами, отриманими при систематизованих дослідженнях. Під індивідуальним клінічним практичним досвідом розуміють професіоналізм і судження, котрі були отримані окремим клініцистом засобами його клінічної практики. Під найкращими незалежними клінічними доказами розуміють дані клінічно релевантних досліджень, часто в фундаментальних галузях медицини, які виконано із збереженням валідності та надійності діагностичних тестів (включаючи клінічні обстеження пацієнтів); оцінки адекватності прогностичних маркерів, а також ефективності та безпечності терапевтичних, реабілітаційних та профілактичних заходів. Лікарі використовують як індивідуальний клінічний практичний досвід, так і найкращі доступні клінічні докази, а не тільки щось одне. Без індивідуального практичного клінічного досвіду на прийняття практичних рішень значно впливають докази, отримані хоч і при бездоганно проведених дослідженнях, але які можуть виявитися неадекватними для окремо взятого пацієнта. З іншої сторони, прийняття практичних рішень, не беручи до уваги незалежні практичні рішення, можуть також нанести шкоду пацієнту.

Визначення доказовості

Лікар, який використовує у своїй практичній роботі принципи доказової медицини, завжди зіставляє індивідуальні клінічні знання й власний досвід з доказами ефективності методів лікування і лікарських засобів, отриманими іншими клініцистами в системних дослідженнях, і сумлінно, точно й осмислено використовує кращі результати для вибору плану лікування конкретного хворого.

Методологічною основою доказової медицини є системні дослідження. Системні дослідження – це науково обгрунтовані, добре організовані клінічні дослідження з визначенням кінцевих «точок» – смерті, розвитку ускладнень.

Стандартом якості наукових досліджень по ефективності лікування є рандомізовані контрольовані клінічні випробування.

Усі *рандомізовані клінічні випробування* (РКВ) базуються на сучасному рівні: клінічних уявлень з діагностики захворювань і фундаментальних досліджень з їхнього патогенезу;

експериментальних досліджень з вивчення фармакологічних властивостей і механізмів дії препаратів.

Контрольоване дослідження передбачає строгий добір хворих за критеріями “включення / не включення” відповідно до протоколу дослідження.

Рандомізація (англ. random – випадковий, навмання) – випадковий, тобто незалежний від бажання лікаря-дослідника і хворого поділ пацієнтів на експериментальну і контрольну групи. Ціль рандомізації – уникнути селекції хворих і створити умови для порівняння ефекту лікарського препарату з плацебо або іншим лікарським препаратом.

Подвійний сліпий метод – дослідження, коли ні лікар, ні хворий не знають, який препарат приймає пацієнт згідно рандомізації.

Простий (одиночний) сліпий метод – лише хворий не інформований про препарат, а лікар знає, які ліки приймає його пацієнт.

Відкрите дослідження – і лікареві, і хворому відомо, яким препаратом здійснюється лікування.

Клінічні дослідження повинні бути контрольованими, рандомізованими і найчастіше подвійними сліпими, оскільки вони є найбільш надійними. Ці масштабні, нерідко міжнародні, дослідження побудовані на певних жорстких принципах, послідовність яких відслідковується на протязі всього дослідження.

1. На етапі планування дослідження:

формулюються чіткі наукові питання, наприклад:

- Чи відрізняється ефективність методу лікування, що вивчається, від плацебо або пустишки (плацебо-контрольовані дослідження).
- Чи відрізняється ефективність методу лікування, що вивчається від раніше існуючого (порівняльні дослідження).
- Наскільки безпечний метод діагностики або лікування.
- Наскільки метод діагностики ефективний і точний у визначенні ознаки, що вивчається.

чітко прописується план майбутнього дослідження. «Золотий стандарт» для дослідження нового методу лікування, без чого в розвинених країнах (США та Західної Європи) ні один препарат не потрапляє на ринок, є подвійне сліпе плацебо-контрольоване клінічне дослідження. Таке дослідження дозволяє отримати результати, котрі можуть трактуватися тільки в одному напрямі, без «розходжень», тобто трактування результатів не залежить від переваг (або користі) дослідження.

дослідники отримують згоду етичного комітету. Суть цього полягає в тому, щоб наукові дослідження ні в якому разі не порушували інтереси людей, які в них приймають участь. Пацієнти не повинні бути залишені без найбільш ефективних із відомих засобів. Засіб, що випробовується не повинен бути токсичним, канцерогенним, викликати небажані реакції та ефекти, котрі погіршують здоров'я пацієнта і т.д.

2. Після того, як дослідження сплановано і ухвалено, починається його безпосереднє проведення. В проведенні таких досліджень, як правило, беруть участь десятки медичних центрів з різних країн, діяльність яких чітко контролюється незалежними комісіями. Порушення правил, встановлених на етапі планування, може сильно дискредитувати лікувальний заклад, тому працівники закладу дотримуються цих правил. Кількість пацієнтів, що беруть участь у дослідженні, може становити від декількох десятків до мільйона.

3. Отримані результати піддаються ретельній математико-статистичній обробці та аналізу, що дозволяє виявити та оцінити достовірність отриманих розбіжностей.

4. Висновки та рекомендації для лікарів та пацієнтів, а також впровадження в стандарти надання медичної допомоги відбувається лише на основі достовірних і перевірених результатів дослідження. Стандарти надання медичної допомоги створюються погоджувальними комісіями ті комітетами експертів на основі цих достовірних досліджень

Таким чином, сучасні дослідження найвищого рівня доказовості здатні продукувати надійні факти, котрі вкладаються в основу клінічної практики. Вони створюють фундамент доказової медицини, котра на відміну від емпіричної, дозволяє здійснювати діагностику та лікування з найвищою ефективністю та безпечністю і найменшими витратами.

Аспекти доказової медицини

Позитивний вплив доказової медицини слід розглядати з точки зору наступних аспектів.

Медичний та етичний аспект. Лікарі призначають тільки ті діагностичні процедури, що дають реальну інформацію про стан пацієнта, не нанесять шкоди здоров'ю і дозволяють підібрати най.більш ефективне лікування. Лікарі призначають тільки ті методи лікування, що раніше довели свою ефективність у коректних дослідженнях на тисячах подібних пацієнтів. Пацієнт інформований про те, що з ним відбувається, бере участь у прийнятті рішень щодо свого здоров'я і може завжди перевірити правильність призначень. Доказова медицина робить спілкування лікаря і хворого чесним, відкритим і прозорим.

Економічний аспект. Оплата медичних послуг може здійснюватися з різних джерел:

- державний бюджет;
- фонди обов'язкового або добровільного медичного страхування;
- особисті кошти громадян.

Ці чотири джерела поєднують, насамперед, небажання платити за зайве обстеження і неопрацьоване і неефективне лікування. З іншого боку, бажання одержати максимальний ефект від тих коштів, що витрачаються. Доказова медицина перешкоджає витраті зайвих коштів і допомагає використовувати їх ефективно.

Юридичний аспект. У громадян, страхових компаній, держави, громадських організацій є єдиний інструмент у вигляді стандартів надання максимально адекватних медичних послуг. Доказова медицина дозволяє контролювати будь-яку діяльність у сфері медицини.

Освітній аспект. Всебічне використання стандартів доказової медицини дозволило б ефективно і професійно навчати медичні кадри і вчасно підвищувати їхню кваліфікацію. При цьому не буде настільки різкою відмінностей між дипломами і сертифікатами, отриманими в різних медичних установах і, відповідно, у кваліфікації лікарів. Доказова медицина дозволяє лікувати хворих відповідно з єдиними найбільш ефективними підходами, при цьому самі лікарі краще розуміють один одного.

Умови ефективного функціонування доказової медицини

Впровадження принципів доказової медицини у практичну діяльність лікаря вимагає:

- проведення наукових досліджень з високим рівнем доказовості;
- наявність наукових журналів так званого "високого рівня цитування", у яких публікують роботи лише високої наукової значущості;
- лікарів, які знають, що, в яких журналах і як потрібно читати;
- можливості застосування знань на практиці;
- потреба самих пацієнтів у реалізації принципів доказової медицини;
- зацікавленості держави у розповсюдженні достовірних наукових знань серед лікарів, фармакологів та пацієнтів;
- зацікавленості лікарів у розповсюдженні доказової медицини, що виражається у створенні потужних лікарських асоціацій, які займаються створенням стандартів медичної допомоги та контролюють їх виконання.

Робота в доказовій медицині складається з чотирьох основних етапів:

Формулювання чіткої клінічної проблеми, виходячи зі специфіки пацієнта.

Пошук літератури з поставленої проблеми.

Оцінка (критичний підхід) досліджень на предмет валідності та користності.

Застосування корисних знахідок у клінічній практиці.

Відповідь на поставлену проблему можна знайти в монографіях, журналах, збірниках праць, тезисах, загальнонаукових та науково популярних виданнях, базах даних, електронних публікаціях.

Монографія – одне з основних джерел інформації, але швидко застаріває і не надає інформації про повноцінні обґрунтовані дії. Можливо використовувати для пошуку бібліографічних вказівників.

Журнали – основне джерело первинної наукової інформації, відображають сучасні тенденції в науці та практиці, але мають часто вузькоспеціалізовану тематику. Відсутність великої кількості міждисциплінарних журналів.

Медичні журнали необхідно читати для того, щоб бути в курсі своєї професійної області; знати, як працюють з хворими кваліфіковані спеціалісти, як використовувати методи діагностики та клінічні особливості і протікання захворювання; розуміти етіологію та патогенез хвороб; відрізнити корисне лікування від марного та шкідливого втручання; орієнтуватися в повідомленнях про необхідність, користь, вигоду та економічність методів лікування і профілактики.

Систематичні огляди – традиційні описові огляди, які часто містять зсунені оцінки кінцевих результатів через неможливість прийняття наукового підходу. Альтернативним підходом, який набуває все більшої популярності, є складання систематичних оглядів, що включають відповідне статистичне узагальнення фактів (мета-аналіз). Основана на доказах клінічна медицина залежить від доступності якісних узагальнень, які можуть бути отримані з ретельно складених систематичних оглядів.

У систематичних оглядах збираються, критично оцінюються й узагальнюються результати первинних досліджень по визначеній темі або проблемі. При підготовці систематичних оглядів використовуються підходи, що зменшують можливість систематичних і випадкових помилок. Систематичні огляди допомагають лікарям бути в курсі сучасної інформації, незважаючи на величезну кількість медичних публікацій, можуть допомогти обґрунтувати клінічні рішення результатами досліджень, хоча самі по собі вони не дозволяють приймати рішення і не замінюють клінічного досвіду.

Перевагами систематичних оглядів – сумарно достовірний результат, виявлення проблем індивідуальної чутливості та утворення колаборативних інформаційних мереж і розширення професійного спілкування.

Співставлення доказів. Мета-аналіз.

Традиційний описовий аналіз медичної інформації часто призводить до її викривлення. Альтернативним підходом, котрий набуває все більшої популярності, є систематизований аналіз із статистичним узагальненням даних (мета-аналіз).

Мета-аналіз включає визначення основної цілі аналізу, вибір способів оцінки результатів, систематизований пошук інформації, узагальнення кількісної інформації, аналіз її за допомогою статистичних методів, інтерпретація результатів.

Пошук інформації для мета-аналізу вимагає досвіду. При відсутності систематизованого підходу багато важливих досліджень можуть бути не врахованими. Навіть при ретельному комп'ютерному пошуку не завжди вдається виявити потрібні дослідження через погане індексування. З цієї причини комп'ютерний відбір потрібно доповнювати «ручним» пошуком досліджень, вивченням списків літератури в статтях і запитами дослідників і виробників лікарських препаратів, що працюють у відповідній сфері.

Найвищий рівень достовірності забезпечують рандомізовані контрольовані дослідження, але в певних умовах, наприклад, при аналізі небажаних ефектів більш інформативними є ретроспективні (випадок–контроль) або проспективні дослідження, тобто дослідження-спостереження. Проте, багато аналітиків вважає, що в якості доказів можна використовувати лише результати рандомізованих контрольованих досліджень.

При узагальненні даних обов'язковою є критична оцінка досліджень, що порівнюються. Іноді узагальнення результатів виявляється неможливим через малу чисельність досліджень, їх неспівставленість одне з одним або подібного викладу. В деяких випадках окремі досить надійні випробування можуть якісно відрізнятися від багатьох інших, що не дозволяє об'єднати їхні результати для статистичного аналізу. В цьому випадку альтернативою мета-аналізу може бути «синтез найкращого доказу», котрий використовується при відсутності надійних досліджень. В таких випадках проводять ретельний аналіз доступних досліджень та визначають, чи достатньо неусувної інформації для висновків. Далі висновки повинні бути перевірені в рандомізованому контрольованому дослідженні.

При наявності достатньо однорідних досліджень їх статистичне об'єднання виправдане і дозволяє більш об'єктивно оцінити ефект. Статистичні методи об'єднання даних багато чисельні та різноманітні, а їхній вибір залежить від характеристик доступних показників. Існують методи об'єднання даних про виживання, залежності доза-ефект, інформативність діагностичних тестів.

Мета-аналіз проводять для того, щоб узагальнити існуючу інформацію і розповсюдити її в зрозумілому для читачів вигляді.

Види мета-аналізу

Кумулятивний мета-аналіз дозволяє побудувати кумулятивну криву накопичення оцінок при отриманні нових даних.

Проспективний мета-аналіз – спроба розробки мета-аналізу досліджень, що плануються. Такий підхід може виявитися прийнятним в галузях медицини, де вже існує мережа обміну інформацією та спільних програм.

На практиці замість проспективного мета-аналізу часто застосовують проспективно-ретроспективний мета-аналіз, об'єднуючи нові результати з раніше опублікованими.

Мета-аналіз індивідуальних даних базується на вивченні результатів лікування окремих хворих. Найближчим часом мета-аналіз індивідуальних даних, скоріше за все, буде обмежуватися вивченням основних захворювань, лікування яких вимагає масштабних централізованих капіталовкладень.

Переваги мета-аналізу

Мета-аналіз дозволяє узагальнити інформацію, отриману з різних джерел, науково обґрунтованим і відтвореним способом, що дає ряд переваг. У тому числі, об'єднання досліджень, дані яких статистично недостовірні, може забезпечити достовірний сумарний результат. При узагальненні може проявитися неоднорідність результатів, вивчення причин яких дозволяє виявити інші клінічні проблеми. Наприклад, ефективність методу лікування залежить від індивідуальних особливостей організму. Відповідно, можна прогнозувати результати терапії в окремих групах хворих при наявності у них цих особливостей і перевірити цю гіпотезу в майбутніх дослідженнях. Під час мета-аналізу автори постійно спілкуються зі своїми колегами, котрі проводили дослідження, для з'ясування тих чи інших аспектів опублікованих ними повідомлень або пошуку інших досліджень. В результаті формуються інформаційні мережі, котрі в майбутньому полегшать проведення індивідуального і перспективного мета-аналізу.

Проблеми мета-аналізу

Зсув оцінки. Існує декілька причин зсуву оцінок при мета-аналізі. В тому числі, він пов'язан з прагненнями авторів публікувати позитивні, а не негативні результати. Запропонований статистичний метод, що дозволяє виявити подібний зсув та виправити його при аналізі. Більше того, при аналізі чутливості сумарної оцінки прийнято враховувати кількість

досліджень з негативним результатом (індекс надійності), котрі були би потрібні для попередження будь-якого позитивного результату, що спостерігається. Іншими можливими причинами зсуву можуть бути:

- незакінченість інформаційного пошуку;
- невідаль критерії відбору джерел;
- невдалий виклад в оригінальних повідомленнях.

При традиційному описовому аналізі причин для помилок значно більше.

Об'єднання різнорідних досліджень. Критики мета-аналізу вважають, що в ньому «яблука змішуються з апельсинами», а інтерпретація результатів неможлива. Проте грамотно виконаний мета-аналіз далекий від подібних критичних зауважень, оскільки передбачає наявність строгих критеріїв відбору досліджень та ретельний аналіз наявної неоднорідності.

Включення неопублікованих даних. При мета-аналізі автори намагаються виявити всі дослідження в певній області – опубліковані або неопубліковані. Останні можуть бути методологічно слабкими, проте ретельна оцінка якості досліджень перед включенням їх в мета-аналіз усуває цей недолік.

«Золотий стандарт». Таким стандартом зазвичай вважають добре проведене клінічне дослідження, що має адекватний дизайн та розмір обробки. При наявності декількох схожих досліджень мета-аналіз дозволяє отримати беззаперечні факти. Проблеми виникають при розбіжності результатів одного масштабного та декількох невеликих досліджень. Причини розбіжності необхідно з'ясувати, не піддаючись спокусі орієнтуватися на результати масштабного дослідження. Ретельність необхідна навіть при використанні «золотого стандарту». Не існує загального «золотого стандарту», може бути тільки специфічний.

Оцінка якості. Запропоновані різні методи оцінки окремих досліджень. Деякі з них виключно складні і передбачають використання більше 30 критеріїв, що робить неоднозначною корисність таких методів. Рекомендують перевіряти залежність оцінки результатів мета-аналізу від якості дослідження. При наявності будь-якої залежності необхідна її інтерпретація.

Кокранівське співробітництво

У своїй програмній книзі відомий англійський епідеміолог Арчі Кокран звернув увагу на те, що суспільство перебуває в темряві відносно істинної ефективності лікарських втручань (1972р.). Прийняття рішень на основі достовірної інформації неможливе у зв'язку з недоступністю узагальнених даних про ефективність лікарських втручань. А.Кокран писав: «Соромно, що медики до цього часу не створили системи аналітичного узагальнення всіх актуальних рандомізованих клінічних випробувань зі всіх дисциплін та спеціальностей з періодичним оновленням оглядів» (1979р.).

В 1987 році Кокран видав перший систематичний огляд РКВ, присвячений питанням вагітності та перинатального періоду, і запропонував лікарям інших спеціальностей скористатися цим досвідом. Він підкреслював, що наукові медичні огляди потрібно створювати на основі систематизованого збору та аналізу фактів, а потім регулярно поповнювати їх новими.

Без цього не можливо судити про переваги або недоліки того чи іншого методу втручання, оперативно приймати рішення та підтримувати якість медичної допомоги на гідному рівні. Крім того, без систематично оновлюючих оглядів наукових досліджень важко планувати нові. Дослідники та організації, що їх фінансують, часто не звертають уваги на перспективні теми.

Мрія Арчі Кокрана про систематичні оновлюючі огляди, які б охоплювали всі актуальні випробування лікарських втручань, втілилася в *Кокранівському Співробітництві* – міжнародній організації, мета якої – пошук, узагальнення найдостовірнішої інформації про результати лікарських втручань. Як і пропонував А.Кокран, методологію складання і оновлення оглядів контрольованих випробувань в акушерстві та перинатології було взято до уваги Програмою наукових досліджень та розвитку Національної служби охорони здоров'я Великої Британії. Було виділено кошти для організації Кокранівського центру з метою координації її зусиль, як у Великої Британії, так і за її межами, а також для створення і оновлення систематичних оглядів зі всіх областей медицини.

Принципи Кокранівського Співробітництва

За роки, що пройшли з моменту створення, Кокранівське Співробітництво пережило значних змін, не відступивши при цьому від проголошених завдань та принципів. Головне завдання цієї міжнародної організації – створення, оновлення та розповсюдження систематичних оглядів результатів лікарських втручань, які повинні полегшити зацікавленим особам у прийнятті рішення в різних областях медицини.

Кокранівське Співробітництво базується на восьми принципах:

- дух співробітництва;
- ентузіазм учасників;
- відсутність дублювання в роботі;
- мінімізація упереджень та систематичних помилок;
- постійне оновлення даних;
- актуальність оглядів;
- доступність оглядів;
- постійне підвищення якості роботи.

Проблемні групи зі створення систематичних оглядів

Систематичні огляди – головний результат діяльності Кокранівського Співробітництва – регулярно публікуються в електронному вигляді під назвою “Cochrane Database of Systematic Reviews” (Кокранівська база даних систематичних оглядів). Складанням та оновленням Кокранівських оглядів займаються міжнародні проблемні групи. В роботі групи приймають участь дослідники, лікарі, представники організації споживачів – всі, хто зацікавлений в отриманні надійної, сучасної й актуальної інформації у сфері профілактики, лікування та реабілітації при різних захворюваннях (рис. 12.1).

База даних Кокранівських систематичних оглядів

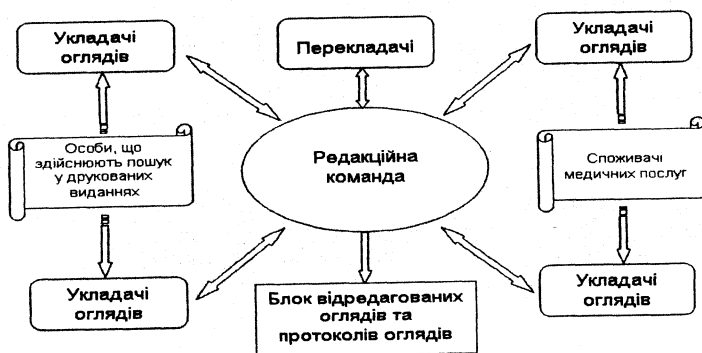


Рис. 12.1.

В оглядах висвітлені найрізноманітніші питання, наприклад, як скласти систематичний огляд (рис 12.2).

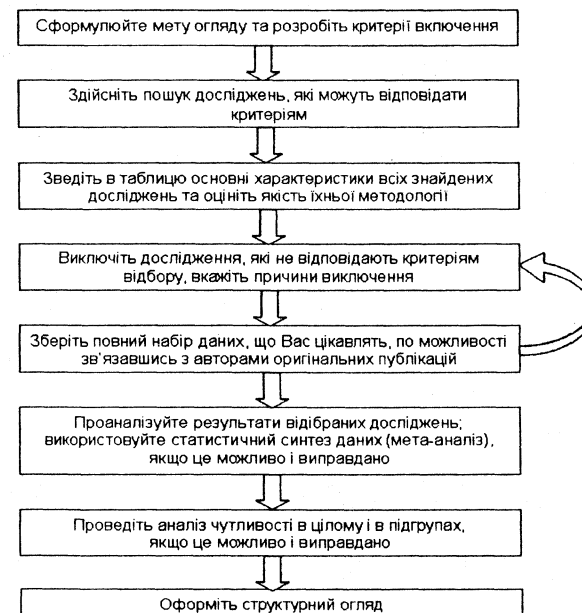


Рис. 12.2

Кожна проблемна група повинна представити план роботи, який складається за участю співробітників одного чи декількох Кокранівських центрів, відповідальних за координацію підрозділів Кокранівського Співробітництва, обговорюється на попередніх нарадах проблемної групи, в якій приймають участь всі бажаючі. В плані визначена сфера інтересів групи і відповідні теми оглядів, вказані особи, відповідальні за загальний напрям, координацію та контроль роботи групи (редактор-координатор і його помічники). Описані методи створення спеціалізованого реєстру публікацій, який повинен включати максимальну кількість досліджень, що відповідають спеціалізації групи; розподілені обов'язки між користувачами реєстру зі створення та оновлення окремих оглядів. Кожна група призначає адміністратора, відповідального за поточну роботу, який працює разом к редактором-координатором.

Кокранівське Співробітництво готує навчальні матеріали для членів проблемних груп, а Кокранівські центри і, в окремих випадках, самі проблемні групи проводять семінари. В процесі навчання осіб, які беруть участь в проведенні Кокранівських оглядів, по можливості використовують приклади реально проведених досліджень. Розробкою засобів критичної оцінки та узагальненням публікацій займаються *Кокранівські робочі групи з методології оглядів*.

Кокранівські робочі групи з методології оглядів

В процесі складання оглядів застосовують спеціальні методи компіляції, оцінки та узагальнення результатів дослідження. Ці методи розробляють у Кокранівських робочих групах з методології оглядів, мета яких полягає у підтримці гідного рівні доказовості та точності систематичних оглядів. Наприклад, в одній з методологічних груп була розроблена високоефективна уніфікована стратегія ручного пошуку публікацій в журналах, яка

використовується проблемними групами зі складання оглядів. Зусиллями методологів з різних робочих груп створена і постійно удосконалюється комп'ютерна програма Review Manager (RevMan) для планування, підготовки, аналізу та представлення результатів систематичних оглядів.

Кокранівські спеціалізовані групи

Спеціалізовані групи – це Кокранівські підрозділи, об'єднанні не за нозологічними формами, а за такими аспектами медицини, як умови надання медичної допомоги (наприклад, до госпітальної), надання допомоги певним групам хворих (наприклад, пенсійного віку), різні рівні медичної допомоги (наприклад, сестринський догляд) або за певним типом втручань (наприклад, з фізіотерапії).

Співробітники спеціалізованих груп займаються ручним пошуком публікацій в спеціалізованих журналах, слідкуючи за тим, щоб основні проблеми та перспективи розвитку їхньої спеціалізації були враховані при складанні систематичних оглядів. Крім того, вони формують спеціалізовані бази даних оглядів з відповідних спеціалізацій, взаємодіють з іншими організаціями, готують коментарі до систематичних оглядів зі своєї спеціалізації.

Кокранівські центри

Діяльність перерахованих підрозділів Кокранівського Співробітництва підтримується Кокранівськими центрами. Конкретний профіль кожного центру визначається інтересами його учасників та рівнем фінансування, але вони всі повинні допомагати координувати зусилля та надавати підтримку Кокранівському Співробітництву.

Кокранівські центри повинні:

- вести облік учасників організації, що містить інформацію про розподіл обов'язків та професійних інтересів;
- надавати допомогу у формуванні проблемних груп зі складання систематичних оглядів, налагоджувати міжнародні контакти за спеціалізаціями, брати участь в обговоренні та організаційних нарадах, допомагати організовувати та проводити семінари та інші заходи, які сприяють ефективному співробітництву;
- координувати у своєму регіоні діяльність учасників, які здійснюють ручний пошук публікацій у загально-медичних та спеціальних виданнях, допомагати проблемним групам зі складання оглядів у пошуці публікацій на національній мові центру;
- координувати роботу Співпраці зі складання та поповненню міжнародного реєстру закінчених РКВ та тих, що тривають, тим самим полегшуючи авторам збір первинної інформації;
- допомагати систематизувати матеріали, полегшуючи підготовку та оновлення систематичних оглядів, розповсюджуючи Кокранівські рекомендації та програмне забезпечення;
- розповсюджувати інформацію серед населення, в медичних організаціях і серед споживачів їхніх послуг, політиків, представників преси проте, як можна використовувати Кокранівські огляди;
- організувати конференції, семінари та колоквиуми з метою підтримки й розвитку Кокранівського Співробітництва.

Кокранівські центри безпосередньо не займаються складанням та оновленням систематичних оглядів. Ці задачі входять до компетенції проблемних груп, які також складають і підтримують реєстри вже підготовлених та запланованих систематичних оглядів. Таким чином вдається уникнути дублювання обов'язків та оптимізувати взаємодію різних підрозділів організації.

Кокранівська мережа споживачів

Споживачі медичних послуг приймають участь у роботі більшості підрозділів організації. Здійснення зворотного зв'язку проблемних груп, спеціалізованих груп і Кокранівських центрів з споживачами медичних послуг вважається найголовнішим завданням Кокранівського Співробітництва.

Інтереси споживачів у Кокранівському Співробітництві представлені в *Кокранівській мережі споживачів*, яка була організована, виходячи з представлення про важливість співробітництва між споживачами медичних послуг та всіма підрозділами організації.

Завданням Кокранівської мережі споживачів є:

- нагляд за діяльністю Співробітництва;
- забезпечення обміну інформацією між споживачами медичних послуг, які приймають участь у роботі Кокранівського Співробітництва;
- залучення споживачів медичних послуг до всіх видів діяльності організації;
- укріплення зв'язків між групами споживачів у різних країнах;
- залучення нових споживачів до участі в Кокранівському Співробітництві та використовувати результати його роботи.

Членство у Кокранівській мережі споживачів добровільне і, як і у всіх підрозділах організації, безкоштовне.

Кокранівська електронна бібліотека

Для забезпечення єдиної методологічної основи та єдиного електронного формату Кокранівських оглядів, розроблено спеціальне програмне забезпечення. Програма RevMan використовується при укладанні та оновленні оглядів. Програма Module Manager (ModMan) дозволяє редакційній команді проблемної групи готувати інформаційні блоки, куди входять закінчені огляди та протоколи оглядів, складені учасниками цієї групи. До інформаційного блоку також включають дані про саму проблемну групу, наприклад, її спеціалізація та стратегія, що використовується для поповнення та оновлення спеціалізованого реєстру досліджень. Цей реєстр поповнюється самими учасниками групи, а також інформацією, яка поступає з центрального Кокранівського реєстру контрольованих випробувань. Останній, в свою чергу, також поповнюється учасниками проблемних груп (рис. 12.3).

Ці інформаційні блоки, а також інформація, отримана від решти підрозділів Співробітництва (центрів, спеціалізованих груп, робочих груп з методології оглядів і Кокранівської мережі споживачів), регулярно пересилаються до головної бази даних Кокранівського Співробітництва. Саме з цієї, неперервно оновлюваної бази даних, відбираються Кокранівські огляди й інформація про діяльність Кокранівської Асоціації для публікації в *Кокранівській електронній бібліотеці*.

Кокранівська електронна бібліотека складається з чотирьох окремих баз даних. Кокранівська база даних систематичних оглядів містить кінцеві огляди та протоколи оглядів, що готуються. Кокранівський реєстр контрольованих випробувань являє собою бібліографічну базу даних всіх виявлених публікацій контрольованих випробувань. Реферативна база даних оглядів з ефективності медичних втручань містить структуровані реферати тих систематичних оглядів, які пройшли критичну оцінку співробітниками Йоркського Центру з складання та розповсюдження оглядів (Великобританія). Кокранівська база даних з методології оглядів представляє собою бібліографію статей, присвячених методам синтезу та аналізу результатів клінічних досліджень. В Кокранівську електронну бібліотеку також включені: навчальні посібники з методології складання систематичних оглядів, словник методологічних та специфічних термінів, прийнятих в організації, адреси проблемних груп й інших підрозділів Кокранівського Співробітництва.

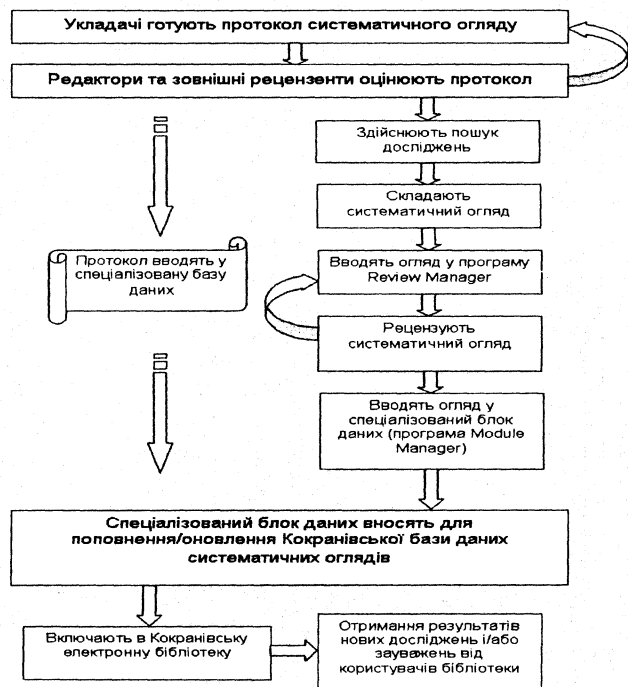


Рис. 12.3

Кокранівська база даних систематичних оглядів

Ніхто не володіє ексклюзивними авторськими правами на систематичні огляди, що містяться в Кокранівській електронній бібліотеці. Це дозволяє авторам забезпечити максимально широке розповсюдження результатів своєї роботи.

Кожний огляд, розміщений в базі даних, складається з:

- титульного листа, на якому вказані назва огляду, бібліографічний опис, імена всіх авторів й адреса першого автора, редакційна команда проблемної групи, до якої належать всі автори, джерела фінансування огляду;
- реферату;
- структурованого тексту огляду (вступ, мета дослідження, матеріали та методи, результати та їх обговорення);
- обговорення результатів аналізу;
- висновки про значення для практичної медицини та подальших досліджень;
- повного бібліографічного списку включених в огляд досліджень і тих робіт, які були виключені (з вказаною причиною);
- звідних таблиць з характеристикою кожного включеного дослідження та оцінкою якості їх методології;

- звідних таблиць з результатами огляду, включаючи результати мета-аналізу (коли це можливо і доречно).

Електронний формат Кокранівської бібліотеки має очевидні переваги як з точки зору пошуку та розповсюдження інформації, так і її поповнення, оновлення ті виправлення помилок, Кокранівська бібліотека розповсюджується на дискетах, компакт-дисках та через Інтернет. Крім того, планується розповсюджувати спеціалізовані бази даних меншого об'єму, що є фрагментами основної бази (рис.12.4).

Кокранівська база систематичних оглядів (у складі Кокранівської електронної бібліотеки)



Рис. 12.4

Дуже важливо створити ефективний механізм обліку критичних зауважень для внесення виправлень в систематичні огляди. Можливості критичної оцінки оглядів перед їх публікацією в друкарні обмежені кількістю та компетентністю рецензентів, яких вибирає редактор. В Кокранівській електронній бібліотеці введена система, що дозволяє в кожну наступну версію огляду вносити поправки, які враховують не лише нові дані, але й корисні критичні зауваження. При цьому в базі даних будуть зберігатися всі версії огляду разом з критичними зауваженнями.

Кокранівський реєстр контрольованих випробувань

Кокранівський реєстр контрольованих випробувань – це бібліографічна база даних публікацій контрольованих випробувань, виявлених учасниками Кокранівської Асоціації та іншими організаціями. Процес створення бази відображає зусилля, які здійснюються у міжнародному масштабі з систематичного вивчення всіх журналів й інших медичних видань у всьому світі для створення універсального і неупередженого джерела даних для систематичних оглядів. Оскільки жодну із існуючих бібліографічних баз даних не можна вважати повною, проєкт здійснюється спільно з Національною медичною бібліотекою США (PubMed) та видавництвом Reed Elsevier, Амстердам, Нідерланди (яке випускає Embase).

Прийняття оптимальних рішень в охороні здоров'я

Прийняття оптимальних рішень в охороні здоров'я не може базуватися виключно на результатах ретельно складених оглядах. Кокранівська Співробітництво прямує до максимально широкого розповсюдження результатів своєї роботи. Та все ж таки, надійна інформація про ефективність тих чи інших медичних втручань необхідна, але не достатня для прийняття оптимальних рішень (рис. 12.5).

Оптимальні рішення повинні призводити до підвищення якості надання медичної допомоги, тому особливо важливі дієві механізми їх реалізації. Необхідно заохочувати

застосування ефективних методів лікування та відмовлятися від марних і шкідливих. Методи лікування, ефективність яких точно не встановлено, слід використовувати, по можливості, тільки в дослідницьких цілях, поки до кінця не з'ясується їхня цінність.

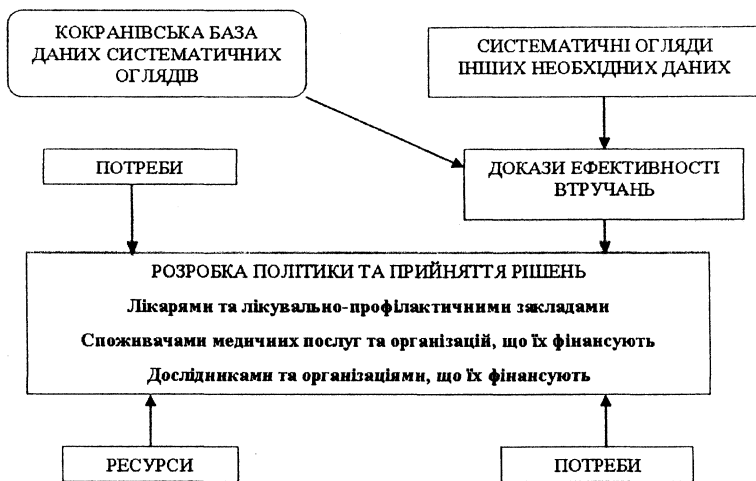


Рис. 12.5. Систематичні, постійно оновлюванні огляди досліджень медичних втручань

Для забезпечення гідного рівня медичної допомоги, всім, хто приймає участь у прийнятті відповідних рішень – від міністра охорони здоров'я до лікарів, – слід враховувати як потреби хворих, так і пріоритети та ресурси всієї системи охорони здоров'я. Так, лікар, приймаючи рішення, повинен в кожному конкретному випадку співвідносити результати систематичних оглядів зі своїми навичками та досвідом роботи.

Співробітництво лікаря та пацієнта, досвід кожного з них допоможе більш точно встановити причину захворювання, зрозуміти переживання, права та врахувати побажання кожного хворого.

Тенденції розвитку Кокранівського Співробітництва

Більшість досягнень Кокранівського Співробітництва базується на добровільному вкладі учасників, які жертвували і продовжують жертвувати своїм часом та енергією. В інших випадках учасники отримують фінансування, розміри якого різні і залежать від країни та організацій, що здійснюють підтримку.

Кокранівська Співробітництво вибирає Керуючу групу, яка очолює роботу і визначає стратегію розвитку організації. Розроблено генеральний план розвитку Кокранівського Співробітництва за яким визначено чотири основні задачі:

- створити високоякісні систематичні огляди, що стосуються широкого спектру медичних питань;
- забезпечити максимально широкий доступ до цих оглядів;
- досягти стабільного фінансування;
- розробити ефективну та чітку структуру організації й систему її управління.

Ключовий момент стратегії Кокранівського Співробітництва – розвиток партнерських відносин з відповідними організаціями на регіональному, державному та міжнародному рівнях. Є багато прикладів такого партнерства. Це і спільна робота над систематичними оглядами проблемних груп, широкомасштабна кооперація на національному рівні між Кокранівськими

центрами та укладачами практичних рекомендацій. Програма Європейської комісії «Biomed 2» фінансувала проект, у якому Кокранівські центри Австралії та Канади спільно організували переклад Кокранівських матеріалів з англійської на інші мови, підготовку інструкторів із складання оглядів, а також допомогли в організації нових проблемних груп і центрів Кокранівського Співробітництва.

Кокранівський підхід є основою розвитку ідей доказової медицини. На даний момент органи управління системи охорони здоров'я та страхові організації промислово розвинених країн, приймаючи більшість своїх рішень, керуються висновками та рекомендаціями Кокранівського Співробітництва.

Доказова медицина. Довідник

Clinical Evidence concise (Доказова медицина. Довідник) – регулярно оновлювана база даних про методи лікування, які широко застосовуються при поширених захворюваннях. Англійською мовою довідник видається два рази на рік видавничою групою BMJ (Biomedical Journal), російською – 1 раз видавництвом «Медіасфера». В довіднику коротко представлені отримані в процесі вичерпного пошуку медичної літератури сучасні дані про медичні та профілактичні втручання. На основі цих даних втручання класифікують на такі, ефективність або шкода яких *доведені, очікуються, не встановлені або малоймовірні*. Довідник – не підручник і не клінічні рекомендації. У ньому зібрані в єдине ціле найнадійніші з існуючих доказів, або вказано, що таких не має або недостатньо для остаточних висновків.

Ідея створення довідника виникла у 1995 році. До видавничої групи BMJ зателефонував Т.Мapp та його колеги з міністерства охорони здоров'я, які хотіли знати наскільки реальна підготовка довідника з доказової медицини. Це прохання вони обґрунтували постійно зростаючими вимогами до якості роботи лікарів, які повинні використовувати у своїй клінічній практиці сучасні науково обґрунтовані дані, але зазвичай не мають часу або відповідних навичок для регулярного оновлення своїх знань. На думку Т.Мapp та його колег виникла необхідність у створення довідника кишенькового формату, в якому міститься коротка, періодично оновлювана інформація про результати оцінки ефективності різних профілактичних і медичних втручань.

З тих пір проект створення довідника суттєво змінився. Спільно з Американською колегією лікарів та Американським товариством спеціалістів з внутрішніх хвороб (American College of Physicians—American Society of Internal Medicine; ACP—ASIM) видавнича група BMJ сформувала міжнародну консультативну раду, групу лікарів з великим досвідом роботи в певних галузях медицини та відповідні групи хворих. Щоб довідник був максимально корисним, укладачі намагались забезпечити високий ступінь надійності наведених даних відповідних клінічних питань, високий рівень достовірності цих даних, а також звести до мінімуму затрати часу та сили читача.

Довідник став одним із багатьох джерел науково обґрунтованої інформації для лікарів-спеціалістів, лікарів загальної практики, інтернів та клінічних ординаторів, студентів-медиків, фармацевтів і фармакологів, медичних сестер, медиків іншого профілю, менеджерів амбулаторної ланки, адміністраторів стаціонарів, інших адміністраторів, які працюють в системі охорони здоров'я та медичному страхуванні, юристів, державних чиновників, міністерства охорони здоров'я, хворих, споживачів медичних послуг.

При цьому, як вважають укладачі, ряд ознак роблять його унікальним виданням:

— зміст довідника визначається перш за все клінічними питаннями, що розглядаються, а не наявністю даних, отриманих в процесі досліджень з тієї чи іншої тематики. Підготовка розділів починається не з пошуку, оцінки та узагальнення існуючих доказів, а з формулювання важливих клінічних питань, на які потім дають відповіді з використанням достовірної інформації, доступної на момент підготовки чергового випуску;

— укладачі довідника виявляють важливі для клінічної практики прогалини в наявних даних, але не намагаються заповнити їх самостійно. Укладачі вважають, що лікарям буде корисно знати, в яких випадках їх невпевненість у власних вчинках обумовлена не прогалинами в знаннях, а відсутністю доказів;

— довідник оновлюється кожні 6 місяців (російською мовою він виходить один раз на рік); електронна версія оновлюється щомісячно. Це дозволяє читачу регулярно отримувати найсучаснішу інформацію в різних областях медицини.

Слід зазначити, що укладачі довідника прагнуть утриматися від будь-яких рекомендацій. Вважається, що просте додавання існуючих доказів забезпечить їх широке застосування. Досвід розробки та впровадження клінічних рекомендацій свідчить про те, що практично неможливо давати поради, які були б корисні в будь-яких ситуаціях (завжди існує проблема доступності певних методів профілактики або лікування в різних регіонах). Тому підхід до інтерпретації існуючих доказів повинен бути не шаблонним, а індивідуальним, з урахуванням конкретної клінічної ситуації. На основі наведених у довіднику матеріалів можна розробляти клінічні рекомендації, які застосовують в певному регіоні (країні), а лікарі чи хворі можуть скласти власну думку про найкращі втручання. В довіднику лише викладено існуючі докази, остаточне рішення лікар або хворий приймає самостійно.

Принципи створення довідника

В тематичних розділах довідника міститься інформація, отримана в процесі строгого відбору достовірних даних, актуальних для медичної практики.

Вибір основних тем. В окремих розділах довідника розглядаються захворювання (стани), які або частіше всього зустрічаються в умовах амбулаторної та стаціонарної медичної допомоги, або мають важливе клінічне та соціальне значення. Коли вирішувалося питання щодо вибору тих або інших тем для перших випусків довідника, були проаналізовані дані про частоту звернень до спеціалістів, захворюваності та смертності у Великобританії; при цьому також враховувались поради лікарів загальної практики та відповідних груп хворих. На сайті www.clinicalevidence.com представлено перелік розділів, що будуть включені у наступні випуски довідника.

Вибір клінічних питань. Клінічні питання, що розглядаються в довіднику, стосуються переваг та недоліків профілактичних або медичних втручань, причому найбільше уваги приділено клінічним результатам, що мають вирішальне значення для хворих. Вибір питань з урахуванням актуальності для медичної практики здійснювали консультанти та укладачі розділі за активної участі лікарів загальної практики та відповідних груп хворих. В кожному наступному випуску довідника з'являються нові клінічні питання та оновлюються вже існуючі. Читачі мають змогу пропонувати нові питання, заповнивши та відіславши форму для коментарів та пропозицій, яка знаходиться на сайті www.clinicalevidence.com, або звернутися безпосередньо до редакції довідника.

Пошук та оцінка даних. Відповідь на кожне поставлене питання автори знаходять в процесі пошуку відповідної інформації в електронних базах даних Cochrane Library, Medline, EMBASE та деяких інших.

До джерел інформації відносять: систематичні огляди, рандомізовані контрольовані випробування, когортні дослідження, Інтернет.

Систематичні огляди як джерело доказів – це Кокранівська електронна бібліотека та Medline і Embase. Кокранівські огляди визнані одними з найкращих систематичних оглядів, які базуються на ретельному строго спланованому пошуку літератури, включаючи маловідомі джерела, а також електронні бази даних і друковані медичні журнали. При пошуці використовуються апробовані стратегії пошуку. Для виявлення систематичних оглядів, які не увійшли в Кокранівську електронну бібліотеку, проводиться пошук статей, опублікованих у базі даних Medline, починаючи з 1966 року, і в базі даних Embase, починаючи з 1988 року. При необхідності здійснюють пошук і в інших базах даних.

Після того, як був знайдений високоякісний систематичний огляд, в якому міститься відповідь на поставлене питання, здійснюється пошук *рандомізованих контрольованих випробувань*, опублікованих після дати пошуку інформації для огляду, або починаючи за три роки до опублікування огляду, якщо вона не була вказана.

Якщо систематичних оглядів не знайдено, здійснюють пошук у:

Кокранівському реєстрі контрольованих випробувань з відповідної тематики, в ньому міститься більше посилань, ніж в базі даних Medline;

- бази даних на компакт-диску Best Evidence, в якому містяться реферати РКВ, які пройшли контроль якості, та коментарі до них.
- пошук за останні три роки в базах даних Medline та Embase, який дозволяє виявити РКВ, ще не включені в Кокранівську електронну бібліотеку та базу даних Best Evidence.

Звіти про дослідження, присвячені *побічним ефектам* і *ускладненням* втручань, можна знайти в Кокранівській електронній бібліотеці та в базі даних Best Evidence. Після пошуку в них переходять до бази даних Medline, використовуючи термін “adverse effects” (ae) з Медичних предметних рубрик (MeSH) Національної медичної бібліотеки США.

При використанні терміну MeSH ae.fs. (adverse effects – floating subheading) виявляють всі статті, один або декілька розділів яких присвячені побічним ефектам і ускладненням втручань. Для звуження кола пошуку, вказані слова можна комбінувати (слово-зв'язка AND) іншими ключовими словами (наприклад, systematic review on hypertension, cohort studies on asthma).

Для подальшого аналізу відбирають лише невелику частину досліджень, знайдених в процесі пошуку. При цьому два експерта незалежно один від одного здійснюють критичну оцінку рефератів, використовуючи обґрунтовані критерії включення. Якщо в процесі пошуку знайдено декілька якісних систематичних оглядів або звітів про РКВ, то вивчають повні тексти публікацій, щоб відібрати найдостовірніші та актуальні серед них. Якщо виявлено один систематичний огляд або звіт про РКВ або таких не знайдено взагалі, то використовують дані, отримані в процесі досліджень з іншою структурою, обов'язково вказавши на їхні недоліки. Потім всі відібрані матеріали аналізуються експертами, які мають великий досвід у відповідній області медицини чи епідеміології; ці експерти повинні обґрунтувати всі необхідні на їх думку доповнення та виключення.

Укладачі сумують дані по кожному з розглядуваних клінічних питань. Наступне рецензування кожного розділу здійснює консультант відповідної частини та по крайній мірі три досвідчених лікаря, які практикують. Потім текст поступає до редакторів, які мають необхідні клінічні та епідеміологічні знання; при цьому всі дані ще раз звіряються з оригінальними публікаціями.

Особливості викладу матеріалу

Кожен розділ довідника починається з вступної частини, в якій представлено список клінічних питань, що розглядаються, короткий виклад деяких відповідей на ці питання («Основні положення»), а також перелік профілактичних і медичних втручань, які класифіковані в залежності від їх ефективності, неефективності чи шкоди. Основні категорії даної класифікації розглядають в таблиці 12.1.

Таблиця 12.1. Класифікація втручань

Ефективність доказана	Втручання, ефективність яких переконливо доказана в процесі РКВ; при цьому очікувана шкода втручань мала у порівнянні з користю
Ефективність передбачається	Втручання, ефективність яких доказана менш переконливо, ніж для вищевказаних втручань
Переваги та недоліки порівнянні	Перед використанням таких втручань лікар і хворий повинні зважити відношення очікуваної користі та шкоди з урахуванням конкретної ситуації

Ефективність не встановлена	Доказів ефективності втручань недостатньо або вони не зовсім надійні
Ефективність малоімовірна	Докази ефективності втручань менш переконливі, ніж докази неефективності
Неефективність або шкода доказані	Втручання, неефективність або шкода яких переконливо доведені

Втручання не завжди цілком відповідають тій або іншій категорії. По-перше, кожна з цих категорій відображає відразу кілька різних параметрів: ступінь користі (або шкоди) втручання, рівень доказовості існуючих даних (отриманих у процесі РКВ або оглядових досліджень) і ступінь їхньої невизначеності. По-друге, багато доказів, що мають найбільшу практичну цінність, отримані в процесі порівняння різних втручань одне з одним, а не з плацебо або з відсутністю втручання. При необхідності особливості порівнянь, що проводилися, зазначені в дужках. По-третє, деякі втручання застосовувалися лише у певних групах хворих (наприклад, у хворих з високою імовірністю розвитку конкретного клінічного результату). По можливості це також відзначено в тексті. Проте, складно використовувати дану класифікацію у всіх розділах довідника. На даний час ведеться робота з удосконалення критеріїв, на підставі яких втручання відносять до тієї або іншої категорії.

Іноді до певної категорії віднесені втручання, ефективність яких неможливо оцінити в ході РКВ з етичної точки зору або з інших причин; такі втручання завжди позначені зірочкою.

У довіднику основна увага приділена клінічним результатам, важливим для хворого, таким як прояв симптомів, якість життя, виживаність, ризик розвитку інвалідності або покращення функціональних можливостей, антенатальна і інтранатальна смерть плоду. Менше уваги приділяється непрямим критеріям оцінки (наприклад, концентрація ліпідів у крові, рівень артеріального тиску, частота овуляцій). Кожний розділ містить перелік клінічних результатів по можливості опис способів їхньої оцінки. На даний час поки не обговорюється спірне питання про те, що слід розуміти під клінічно значимими змінами того чи іншого результату.

Основна мета укладачів довідника — порівняти переваги та недоліки (користь та шкоду) різних втручань. Тому в кожному розділі йде мова не просто про “ефективність”, а про різні ефекти втручань (як сприятливих, так і несприятливих); дані про переваги та недоліки кожного втручання представлені у відповідних частинах.

Під терміном “недоліки” мають на увазі не лише побічні ефекти втручання, але й незручності, які відчуває хворий при його застосуванні. Знайти переконливі докази недоліків лікування непросто. В ідеалі такі дані повинні приводитися у звітах про РКВ, проте багато випробувань занадто малі або короткотривалі, щоб виявити рідкі або віддалені наслідки лікування; у багатьох звітах дані про побічні ефекти представлені недостатньо повно. Укладачі окремих розділів довідника повинні постійно пам’ятати про можливості несприятливих ефектів будь-яких втручань. При наявності переконливих доказів вказується частота розвитку побічних ефектів. Проте, враховуючи той факт, що РКВ не можна розглядати в якості надійних джерел вичерпної інформації про недоліки різних втручань, а також керуючись основним принципом медицини “не нашкодь”, укладачі включають в довідник і менш переконливі дані про виявлені недоліки.

Довідник не містить систематизованих свідчень про дози та лікарські форми окремих препаратів, про показання та протипоказання до їх застосування. Таку інформацію читач може знайти в національних довідниках лікарських препаратів. Дані про дози наводяться лише в тих випадках, коли клінічне питання стосується порівняльної ефективності або безпеки застосування окремих препаратів у різних дозах.

Укладачі довідника дотримуються міжнародного підходу до представлення інформації про ефекти медичних втручань. Так, в довідник включені препарати, заборонені до застосування в деяких країнах. Крім того, враховані особливості медичної допомоги в економічно розвинених країнах і країнах, що розвиваються, тому поряд з більш ефективними, але дорогими втручаннями приводяться і менш ефективні, але відносно дешеві втручання.

Матеріали, представлені в довіднику, регулярно оновлюються і редагуються. Суттєві зміни, внесені з моменту публікації попереднього випуску, перераховані в відповідній частині в кінці кожного розділу. До таких змін можуть відноситися включення додаткових даних (що підтверджують або заперечують попередні висновки), переоцінка даних, що наводилися, і виправлення виявлених помилок.

Характер матеріалів, представлених у довіднику, робить його необхідним, але не вичерпним посібником по наданню ефективної високоякісної медичної допомоги. Довідник повинен допомагати лікарям при прийнятті клінічних рішень, але його слід використовувати у поєднанні з іншою важливою інформацією. Наприклад, інформацію щодо індивідуального вихідного ризику розвитку певного захворювання або конкретного результату (за даними анамнезу, результатами огляду, лабораторних і інструментальних досліджень) треба використовувати з урахуванням пріоритетів хворого, економічних аспектів і доступності лікування, а також місцевих особливостей.

Практична частина

Студенти працюють з презентацією “Доказова медицина”.

Питання для самостійної роботи

1. Як називається медицина, котра базується на доказах?
2. Що передбачає доказова медицина?
3. Що розуміють під індивідуальним клінічним практичним досвідом?
4. Що розуміють під незалежними клінічними доказами?
5. Як називається метод випадкового поділу пацієнтів на експериментальну і контрольну групи?
6. Яка ціль рандомізації?
7. Які ви знаєте методи доказового дослідження?
8. Які існують аспекти доказової медицини?
9. Що таке мета-аналіз?
10. Які ви знаєте проблеми мета-аналізу?
11. Що таке Кокранівське співробітництво?
12. Які основні тенденції розвитку Кокранівського співробітництва?
13. Які ви знаєте принципи створення довідника?

Рекомендована література

Основні джерела.

1. Handbook of Medical Informatics. Editors: J.H. van Bemmel, M.A. Musen. – <http://www.mieur.nl/mihandbook>; <http://www.mihandbook.stanford.edu>
2. Л.А.Калужнин. Что такое математическая логика.: М. Наука, 1980. с.8-60.
3. Лазарев Н.И., Вельма С.В. Практикум по информационным технологиям в фармации (на основе интенсивных методик обучения): Учеб. пособие для студентов фармац. вузов. – Х.: Изд-во НФАУ: Золотые страницы, 2002. – 264 с

Додаткові джерела.

1. А. Кофман, Р.Фор. Займемся исследованием операции (перевод с французского) М. Мир 1988 – с. 173-188.
2. О.В. Чалий, В.А Дяков, І.І Хаїмзон. Основи інформатики.:К. „Вища школа”, 2004. – с. 22-62.
3. Скаун М.П. Основи доказової медицини. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2005. – 244с.

Ірина Євгенівна Булах

Юрій Єремєєвич Лях

Ігор Іосифович Хаймзон

МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА

Підручник

для студентів II курсу медичних спеціальностей

у трьох частинах

ЧАСТИНА II

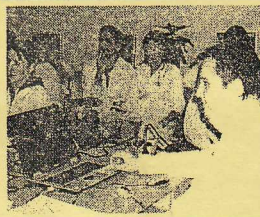
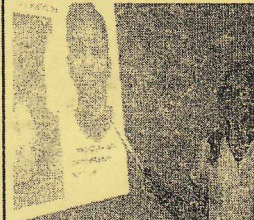
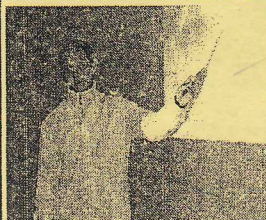
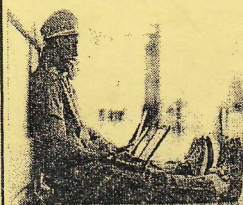
61
Б90

І.Є. БУЛАХ, Ю.Є. ЛЯХ, І.І. ХАЇМЗОН

Медична інформатика

*підручник для студентів II курсу
медичних спеціальностей*

у трьох частинах



частина 2