

Національна Академія наук України
Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова

На правах рукопису

ХАЇМЗОН Ігор Ізевич

УДК 681.3.01:61

**РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НОВИХ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВЕДЕННЯ, ОБРОБКИ ТА
ОБЛІКУ МЕДИЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ В УМОВАХ
ВІДДІЛЕННЯ СТАЦІОНАРУ**

**05.13.02 — Математичне моделювання в наукових
дослідженнях**

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття вченого ступеня
доктора технічних наук

Київ — 1995

Робота виконана в Інституті кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України.

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00761301 (I)

Наукові консультанти —

доктор

Довгялло С.М.

доктор медичних наук, професор

Попов А.О.

Офіційні опоненти —

доктор технічних наук, професор

Паньшин Б.М.

доктор медичних наук, професор

Мінцер О.П.

доктор технічних наук, професор

Злепко С.М.

Провідна організація —

Дніпропетровський медичний інститут

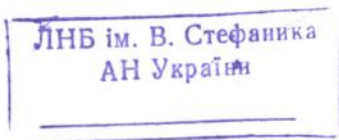
Захист дисертації відбудеться "25" жовтня 1995 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої ради Д 01.39.05 при Київському інституті кібернетики ім. В.М.Глушкова за адресою: 252207, Київ, пр. Академіка Глушкова, 40.

З дисертацією можна ознайомитись в науково-технічному архіві інституту.

Автореферат розіслано "20" вересня 1995 року.

Вчений секретар
спеціалізованої ради

Козак Л.М.



Актуальність теми. Інформатизація професійної медицини як складова частина проблеми інформатизації суспільства - назріле і невідкладне завдання, рішення якого вже в найближчому майбутньому виявить істотний вплив на організацію лікарської справи в цілому. Існуючі методи вирішення даної проблеми ґрунтуються на застосуванні різних медичних інформаційних систем (МІС) як програмно-технічних комплексів, призначених для збирання, зберігання і обробки медичної інформації на різних етапах лікувально-діагностичного процесу.

Пріоритет у створенні теоретичної бази МІС належить Інституту кібернетики НАН України ім. В.М. Глушкова. Наукове обґрунтування, загальні принципи організації і функціонування МІС були висунуті ще в кінці 60-х років Амосовим М.М. і успішно розвинуті в роботах Алєєва Л.С., Антомонова Ю.Г., Бабаджана В.А., Бураковського В.І., Гаспаряна С.А., Мінцера О.П., Попова А.О. та ін. Щодо конкретних технічних та технологічних рішень у цій області, то вони насамперед адекватні рівню відповідних засобів обчислювальної техніки і, природно, еволюціонують разом з ними.

Обчислювальні засоби до цього часу були найбільш слабким місцем під час вирішення задач інформатизації медицини і завжди вважались основним фактором, який стримує масове впровадження МІС у практику роботи лікувальних закладів.

Революційні зміни в розвитку засобів обчислювальної техніки, а саме, виникнення персональних комп'ютерів і, відповідно, нових інформаційних технологій (НІТ) на їх базі практично знімають зазначену вище проблему засобів. Однак це не внесло будь-яких змін в хід вирішення задач інформатизації медичної діяльності. Як і раніше, переважна кількість медичних працівників працюють за старими технологіями, істотно знижуючими ефективність і якість праці.

Очевидно, що треба переглянути все сплетення: методи - засоби - організація і виробити відповідну стратегію розвитку і застосування на практиці комп'ютерних медичних систем на основі нових інформаційних технологій, компонентами яких є персональні комп'ютери, системи управління базами даних, експертні системи, локальні обчислювальні мережі та ін.

У зв'язку із сказаним розробка, впровадження та дослідження ефективності нових інформаційних технологій ведення, обліку та обробки медичної документації є актуальним, перспективним і необхідним завданням практичної охорони здоров'я.

Ступінь досліджуваності теми. Існуючі до теперішнього часу методи і засоби інформатизації медичної діяльності спрямовані на рішення окремих задач лікувально-діагностичного процесу. При

цьому у значній мірі розроблені питання зв'язані з відповідною підготовкою медичних даних і знань (єдність термінології, стандартизація, структуризація), розробкою загальної структури інформаційної бази, побудові математичних моделей медико-біологічних процесів. Розроблено значну кількість медичних інформаційних систем різного функціонального призначення. Проблема їх інтеграції у середовище з єдиним інформаційним потоком, однамітним поданням інформації, централізованими характеристиками вхідних інформаційних масивів практично не досліджувалась. Розв'язування цієї проблеми потребує насамперед розробки концептуальних основ такого процесу, відповідних математичних моделей подання медичних даних і знань, спеціальних комп'ютерних систем супроводження розв'язку проблеми, що саме є змістом даної роботи.

Метою дисертаційної роботи є розробка теоретичних основ, математичного і програмного забезпечення нових інформаційних технологій ведення, обліку та обробки медичної документації в умовах стаціонару.

Об'єктом дослідження є лікувально-діагностичний процес в умовах відділення стаціонару.

Задачі дослідження. Досягнення поставленої мети вимагало вирішення таких задач:

1. Теоретичне обґрунтування концепції інформатизації медичної діяльності з використанням нової, якісно вищої форми організації в медицині - інтегрованого програмного медичного середовища (ІПМС).

2. Характеристика ІПМС як інформаційного середовища і оцінка його якісних та кількісних показників в умовах стаціонару.

3. Розробка узагальненої математичної моделі ІПМС.

4. Розробка теоретичних моделей подання медичних даних і знань у ІПМС для вирішення задач автоматизації ведення, обробки (діагностика та прогнозування) і обліку (архів) медичної документації.

5. Дослідження психолого-педагогічного аспекта застосування ІПМС як нової інформаційної технології.

6. Створення і впровадження в практику роботи лікувальних закладів програмно-апаратних засобів, побудованих на базі моделей, розроблених при вирішенні попередніх задач.

7. Дослідження ефективності застосування ІПМС в умовах відділення стаціонару.

Методи дослідження ґрунтуються на застосуванні математичного апарата теорії управління, функціонального аналізу, системного моделювання, теоретичних основ інформаційно-виміральної

техніки, дискретної математики, реляційної алгебри, теорії графів, теорії множин, обчислення предикатів та ін.

Наукова новизна полягає у наступному:

- розроблена концепція інформатизації медичної діяльності в умовах стаціонару, яка базується на застосуванні якісно нової форми організації в медицині - інтегрованого програмного медичного середовища (ІПМС);

- вперше сформульоване і обгрунтоване поняття інформаційного медичного середовища і дана методика оцінки його якісних і кількісних показників в умовах стаціонару;

- розроблена математична модель ІПМС, яка дозволяє інтегрувати характеристики вхідних інформаційних потоків у єдину інформаційну технологію;

- розроблена математична модель подання даних у ІПМС для вирішення задач автоматизації ведення, обробки та обліку медичної документації, яка ґрунтується на змішаній реляційно-ієрархічній моделі баз даних;

- розроблені формально-логічні та логіко-ймовірнісні моделі подання експертних знань у ІПМС для розв'язання задач комп'ютерної діагностики захворювань;

- розроблені методи і засоби для розв'язання в ІПМС експертних діагностичних задач на основі прецедентної логіки.

Теоретичне значення дослідження полягає в формулюванні, обгрунтуванні, запропонованій методиці оцінки якісних і кількісних показників інформаційного медичного середовища, що забезпечує базу для розв'язання якісно нових задач з діагностики та лікування хвороб.

Практичне значення дисертаційної роботи полягає:

- у розробці і впровадженні в практику роботи лікувальних закладів ІПМС MedDoc-2.0, що дозволяє повністю автоматизувати документообіг в умовах відділення стаціонару і суттєво підвищити продуктивність і якість праці за рахунок практично трикратного скорочення часових витрат на ведення, обробку та облік медичної документації;

- у можливості переходу на безпаперові технології ведення, обробки та обліку медичної документації в умовах стаціонару;

- у створенні автоматизованих робочих місць лікарів відділень кардіології, неврології, реанімації, терапії;

- у розробці навчальної програми з інформатики та обчислювальної техніки для студентів медичних вузів, яка адекватна сучасному рівню розвитку засобів обробки і передачі інформації.

Положення, які виносяться на захист:

1. Застосування у лікувальному закладі інтегрованого програмного медичного середовища, у якому медичні інформаційні системи різного функціонального призначення працюють у єдиному інформаційному просторі з одноманітним поданням інформації, дозволяє упорядкувати інформаційні потоки, зменшити інформаційні втрати, централізувати характеристики вхідних масивів даних в єдину інформаційну технологію, забезпечити паралельний режим вирішення задач лікувально-діагностичного процесу.

2. Технологія, яка базується на графовій моделі подання медичних даних у поєднанні з методологією побудування інтерфейсу за принципом інтерактивної графічної навігації, дозволяє максимально наблизити комп'ютерні медичні інформаційні системи до потреб звичайного користувача-медика з метою значного полегшення вирішення таких задач, як стандартизація медичної інформації, ведення історії хвороби, розробка баз знань експертних медичних систем.

3. Проблемно-орієнтовані алгоритмічні та програмні засоби, побудовані на принципах інтеграції медичних інформаційних систем в середовище з єдиним інформаційним потоком, забезпечують автоматизацію процесів циркуляції та обробки медичної інформації та її відповідне перетворення на всіх етапах лікувально-діагностичного процесу, здійснюють інформаційні процеси із потрібною мірою повноти, релевантності і інтенсивності надання інформації, дозволяють створювати автоматизовані робочі місця лікарів відділень різного клінічного профілю.

Особистий внесок автора у розробку наукових результатів, які виносяться на захист, полягає у тому, що:

- розроблено якісно новий підхід до вирішення проблеми інформатизації медичної діяльності з використанням інтегрованого програмного медичного середовища, побудованого за принципом інтеграції медичних інформаційних систем різного функціонального призначення;

- стосовно розв'язку даної проблеми розроблено математичні моделі подання медичних даних і знань в інтегрованому програмному медичному середовищу;

- сформульовано та обґрунтовано вимоги до проблемно-орієнтованого програмно-технічного забезпечення, включаючи всі питання зв'язані з проектуванням інтерфейсу користувач-обчислювальна система;

- розроблено та реалізовано на базі ряду лікувальних закладів діючу комп'ютерну систему ведення, обробки та обліку медичної документації.

В публікаціях, які написані у співавторстві, дисертантові належать всі математичні моделі і методи, алгоритми і програмні продукти, які найшли своє відображення у змісті дисертаційної роботи.

Реалізація результатів дисертаційної роботи. Результати проведених досліджень у вигляді інтегрованого програмного медичного середовища MedDoc-2.0 впроваджені у відділеннях кардіології і неврології Вінницької міської клінічної лікарні 4, відділенні реанімації Вінницької обласної лікарні ім. М.І. Пирогова, відділенні реанімації Вінницької центральної районної лікарні, відділеннях детоксикації і реанімації Хмельницької обласної лікарні, відділенні терапії Вінницького обласного госпіталю ІВВВ, відділенні хірургії Центральної районної лікарні Малої Віски (Кіровоградська область), в учбовому процесі з інформатики та обчислювальної техніки Вінницького державного медичного університету і Вінницького медичного училища.

Апробація роботи. Основні положення дисертації доповідались і обговорювались на ряді міжнародних, всесоюзних (колишнього СРСР) та республіканських конференцій і симпозіумів, в тому числі: Об'єднаній науковій медико-біологічній конференції, м. Вінниця, 1983 р.; Всесоюзній конференції "Інформаційно-вимірвальні системи", м. Вінниця, 1985 р.; Всесоюзній конференції "Теоретичні і застосовні проблеми комп'ютеризації навчання", м. Казань, 1988 р.; Республіканській конференції "Використання комп'ютерів в удосконаленні навчання в медицині", м. Київ, 1989 р.; VII Об'єднаній медико-технічній конференції, м. Вінниця, 1990 р.; Міжнародному науково-практичному семінарі "Життя і комп'ютер", м. Харків, 1990 р.; IX Об'єднаній медико-технічній конференції, м. Вінниця, 1991 р.; Міжнародній конференції "Охорона здоров'я 1991", м. Москва, 1991 р.; Міжнародній конференції з проблем медицини катастроф, м. Київ, 1991 р.; Республіканській конференції "Застосування комп'ютерної техніки в учбовому процесі медичних вузів", м. Дніпропетровськ, 1991 р.; Міжнародному симпозіумі "Якість і здоров'я людини", м. Київ, 1992 р.; I Українській науково-методичній конференції "Нові інформаційні технології навчання в учбових закладах України", м. Одеса, 1992 р.; Республіканській конференції "Застосування комп'ютерної техніки в учбовому процесі медичних вузів", м. Вінниця, 1992 р.; Республіканському семінарі "Медична інформатика", м. Київ, 1993 р.

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 52 наукові праці, зокрема монографія, два учбових посібника, брошури, статті, доповіді.

Структура і обсяг дослідження. Дисертаційна праця викладена на 292 сторінках машинописного тексту, ілюстрована 48 рисунками та 8 таблицями. Праця складається із вступу, шести глав, закінчення, висновків, списку літератури, що налічує 235 найменувань, і додатків.

Основний зміст роботи.

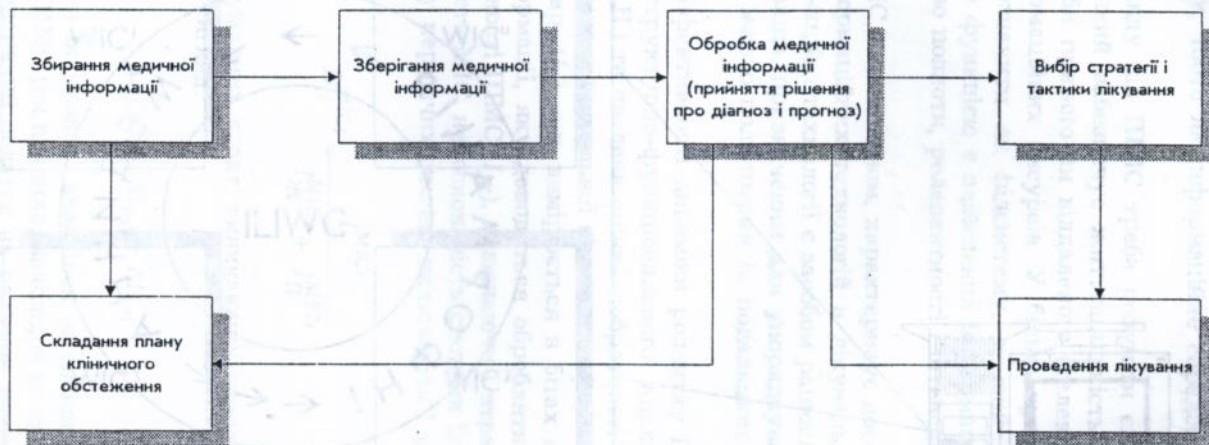
У главі 1 виділені та визначені такі аспекти проблеми інформатизації медичної діяльності: медичний, технічний, технологічний, психолого-педагогічний. Медичний аспект полягає у відповідній підготовці медичних даних і знань (єдність термінології, стандартизація, структуризація), розробці загальної структури інформаційної бази, побудові математичних моделей медико-біологічних процесів (фізіологічних і патологічних). Розробка теоретичних моделей подання даних і знань для вирішення відповідних медичних задач і конкретна програмно-апаратна реалізація інформаційної бази на основі розроблених моделей складають технічний аспект проблеми. Технологічний аспект означає поєднання побудованої технічної системи з технологічною схемою лікувально-діагностичного процесу (образно кажучи, певний "рецепт вживлення" системи у лікувально-діагностичний процес). І, нарешті, психолого-педагогічний аспект, який передбачає відповідну підготовку медперсоналу.

У першій главі подано аналітичний огляд існуючих методів вирішення задач інформатизації медичної діяльності, які базуються на застосуванні МІС, та проведений аналіз технологій ведення, обробки та обліку медичної документації в лікувально-профілактичних закладах, що при цьому склалися і використовуються. На підставі цього зроблено висновок про те, що невіршеним залишається технологічний аспект проблеми інформатизації медичної діяльності, тому що в рамках єдиного технологічного процесу, на різних його етапах (мал.1), користувач повинен застосовувати всілякі МІС різних класів і поколінь, до того ж апаратно та програмно несумісних. Звідси виходить, що в умовах НІТ об'єктивно необхідна нова, вища форма організації в медицині, ніж МІС.

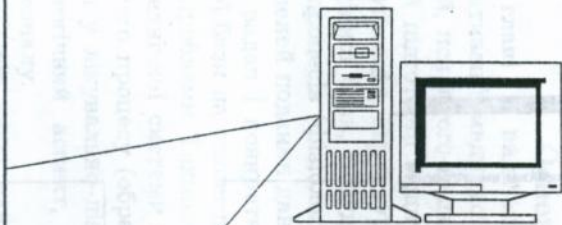
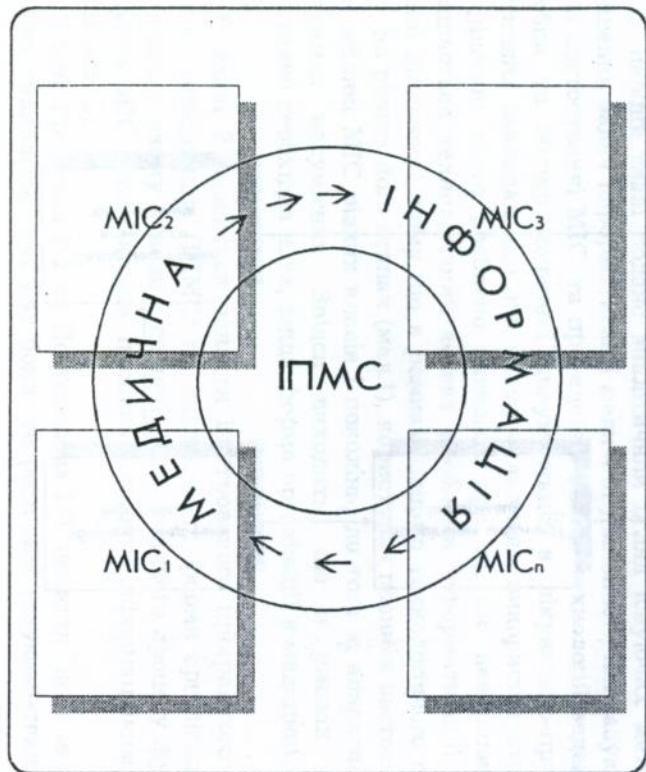
В главі 2 вводиться поняття інтегрованого програмного медичного середовища (ІПМС) як якісно нової форми організації в медицині, у якому в межах єдиного технологічного процесу функціонують МІС різних класів, пронизані єдиним інформаційним потоком (мал.2).

Згідно Гриценка В.І. та Долгополова І.Н. поняття "нова інформаційна технологія" має два боки: теоретичний (науково-технічна

Технологічна схема лікувально - діагностичного процесу (по Анісімову В.Е.)



Мал. 1



дисципліна, в межах якої досліджуються проблеми розробки і використання автоматизованих процесів циркуляції і переробки інформації) та практичний (сукупність методів та засобів, що забезпечують перетворення медичної інформації на всіх етапах лікувально-діагностичного процесу). В другій главі ППМС розглянуто з теоретичного боку, тобто як інформаційне середовище медичного закладу.

З цього погляду під ППМС треба розуміти єдиний інформаційний простір, який забезпечує життєдіяльність медичного закладу і має засоби прямого чи віддаленого (телекомунікаційного) доступу до інформаційних ресурсів. У більш вузькому значенні ППМС можна визначити як підсистему, в якій переважною і структуротвірною функцією є здійснення інформаційних процесів із потрібною мірою повноти, релевантності і інтенсивності надання інформації.

Поняття ППМС, таким чином, характеризує досягнений рівень застосування інформаційних технологій в лікувальній діяльності. При цьому інформаційні технології є засобом раціоналізації інформаційного середовища, призначеним для упорядкування інформаційних потоків, з метою полегшення їх подальшого сприймання і обміркування.

Для аналізу ефективності динаміки розвитку ППМС застосована методика структурно-функціонального аналізу (Горський Ю.М., Паньшин В.Н.) та введена оцінка добротності медичного середовища як відношення загальної кількості інформації, що обробляється в стаціонарі (I_{Σ}), яка вимірюється в бітах або байтах, до тої кількості інформації, яку доводиться обробляти для забезпечення життєдіяльності ППМС ($I_{Ж}$), включаючи і втрати інформації через недосконалість МІС, недосконалість системи їхньої взаємодії і керування з боку керуючих систем, включаючи і людину-оператора (I_{Π}):

$$D_{\Pi}^{MIC_i} = \frac{I_{\Sigma}^{MIC_i}}{I_{Ж}^{MIC_i} + I_{\Pi}^{MIC_i}}$$

Оцінювання сумарних втрат, виникаючих внаслідок реорганізації системи, має вигляд:

$$\Delta I_{\Pi}(\Delta t) = \Delta I_{int} + \Delta I_{ext}$$

де ΔI_{int} - втрати інформації внаслідок інтенсивного (скачкоподібного) розвитку ППМС (як правило, внаслідок вводу нових МІС);

ΔI_{ext} - екстенсивний додаток за рахунок тривалої експлуа-

тації МІС (втрати внаслідок збоїв програмно-технічних засобів, помилок в програмах, базах даних і т.п.).

Виходячи з цього, можна говорити про два типи розвитку ПМС:

$\Delta I_{\Pi}(\Delta t) \leq \Delta I_{int}$ інтенсивний (економічний) розвиток;

$\Delta I_{\Pi}(\Delta t) > \Delta I_{int}$ екстенсивний (марнотратний) розвиток.

Задача проектування оргструктури ПМС, як показано в другій главі, може бути зведена до задачі цілочислового програмування.

Збільшена схема інформаційних потоків в ПМС показана на мал.3. Внаслідок дії масива входних інформаційних впливів Y_i , які можуть бути одержані від будь-якої МІС, що входить у склад ПМС, виникає розвиття інформаційних масивів X_i , на групи підмасивів, в кожному із яких входить певний склад інформаційних слів, які піддаються дії відповідних каналних операторів $\{P_{ij}\}$.

З цього погляду запропонована схема інформаційного середовища є сингулярною і являє собою поодинокий випадок ультра-системи, в якому дані $x \in X$ перетворюються у еквівалентні дані $z \in Z$, тобто входні і вихідні дані є носіями однієї й тієї ж інформації про $x \in X$, але підкладні дії різних операторів.

Математична модель описаного математичного середовища має бути подана виразом:

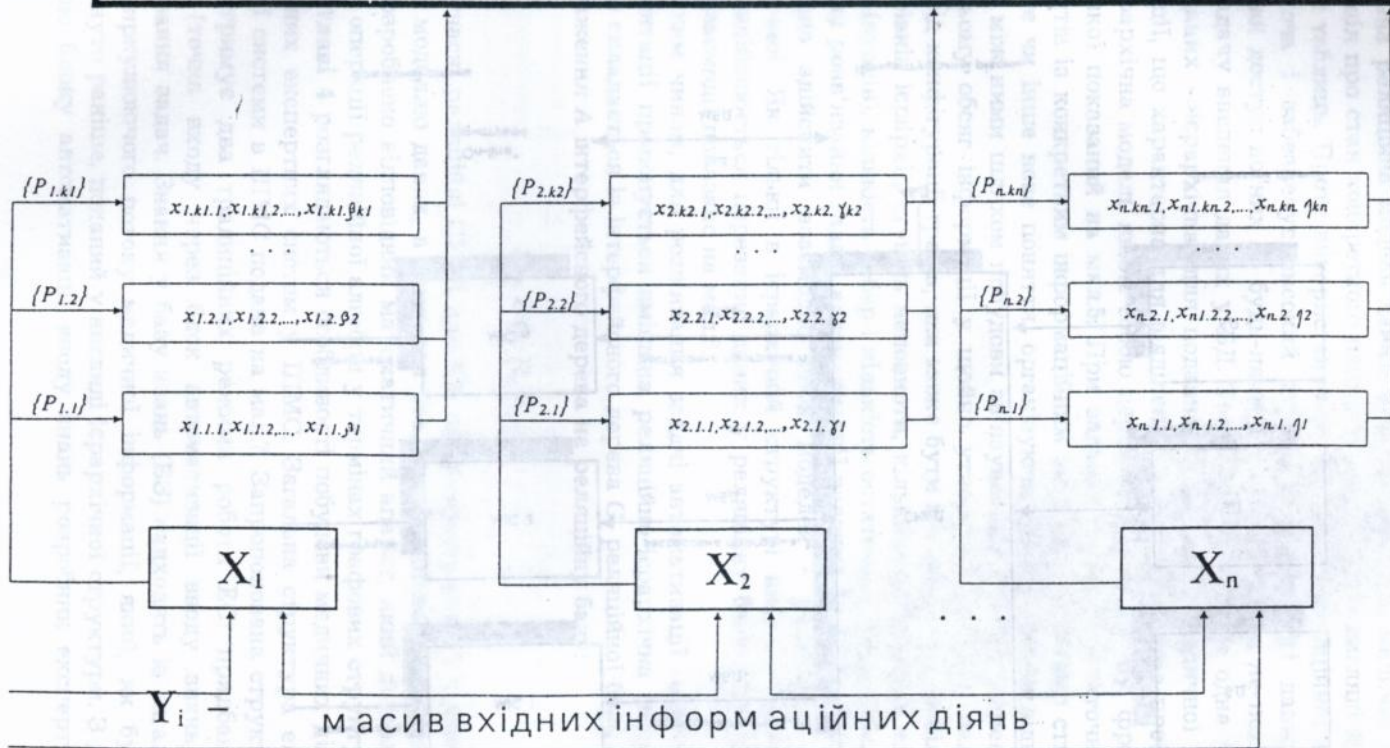
$$Z = \phi [X, Y, P] = \Psi (I_{\phi})$$

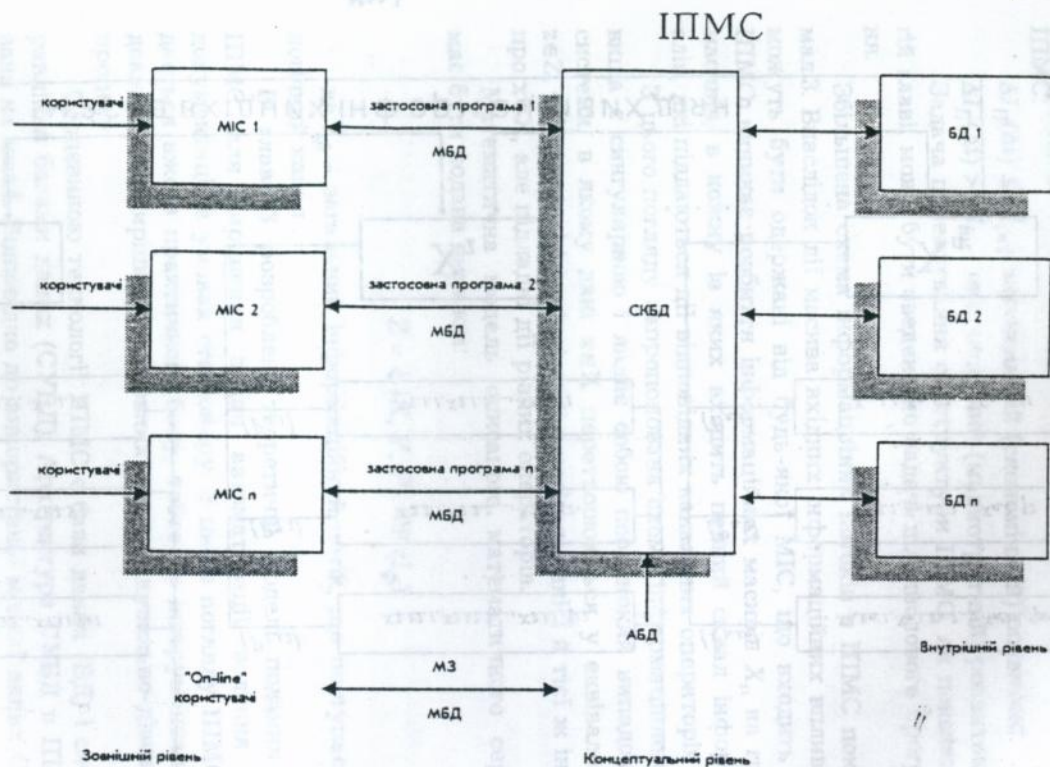
де I_{ϕ} - загальний інформаційний потік, що поступає у технологічний канал.

В главі 3 розроблені теоретичні моделі подання даних у ПМС для вирішення задач автоматизації ведення медичної документації в умовах стаціонару. З цього погляду ПМС розглядається вже з практичного боку, тобто як інструментальне середовище для вирішення основних задач лікувально-діагностичного процесу.

Серцевиною технології ПМС є бази даних (БД) і системи управління базами даних (СУБД). Архітектура СУБД в ПМС показана на мал.4. Відповідно до використаної моделі даних СУБД постає трьома мовами: мовою описування даних (МОД), що використовує адміністратор бази даних для описування концептуальної схеми; мовою бази даних (МБД) для відбиття транзакцій над даними, що виконуються користувачами або застосовними програмами; мовою запитів (МЗ) для відбиття опитування змісту бази даних користувачами або застосовними програмами.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНФОРМАЦІЙНИЙ КАНАЛ Z





Мал. 4

Для відображення окремих історій захворювань у ПМС застосована реляційна модель даних, в якій відповідна медична інформація про стан конкретного пацієнта зображена у вигляді двомірних таблиць. Проте використання самої по собі реляційної моделі хоча і забезпечує високий ступінь незалежності даних і швидкий доступ до них по будь-яким запитам, але ніяк не полегшує задачу введення даних у БД. Тому застосована ще одна модель даних - ієрархічна, для подання уніфікованої медичної інформації, що характерна для відділення даного клінічного профілю. Ієрархічна модель являє собою деревовидну структуру, фрагмент якої показаний на мал.5. При заданій кількості остаточних елементів із конкретним інформаційним змістом ми можемо створити те чи інше нове поняття, організуючи певним чином відношення між ними шляхом побудови зв'язувального графу (дерева). При цьому обсяг інформації у щойно утвореному понятті залежить від конфігурації графу, яка може бути визначена через кількість рівнів ієрархії, ступінь неповноти, кількість проміжних елементів (вузлів), кількість ребер і кількість остаточних елементів.

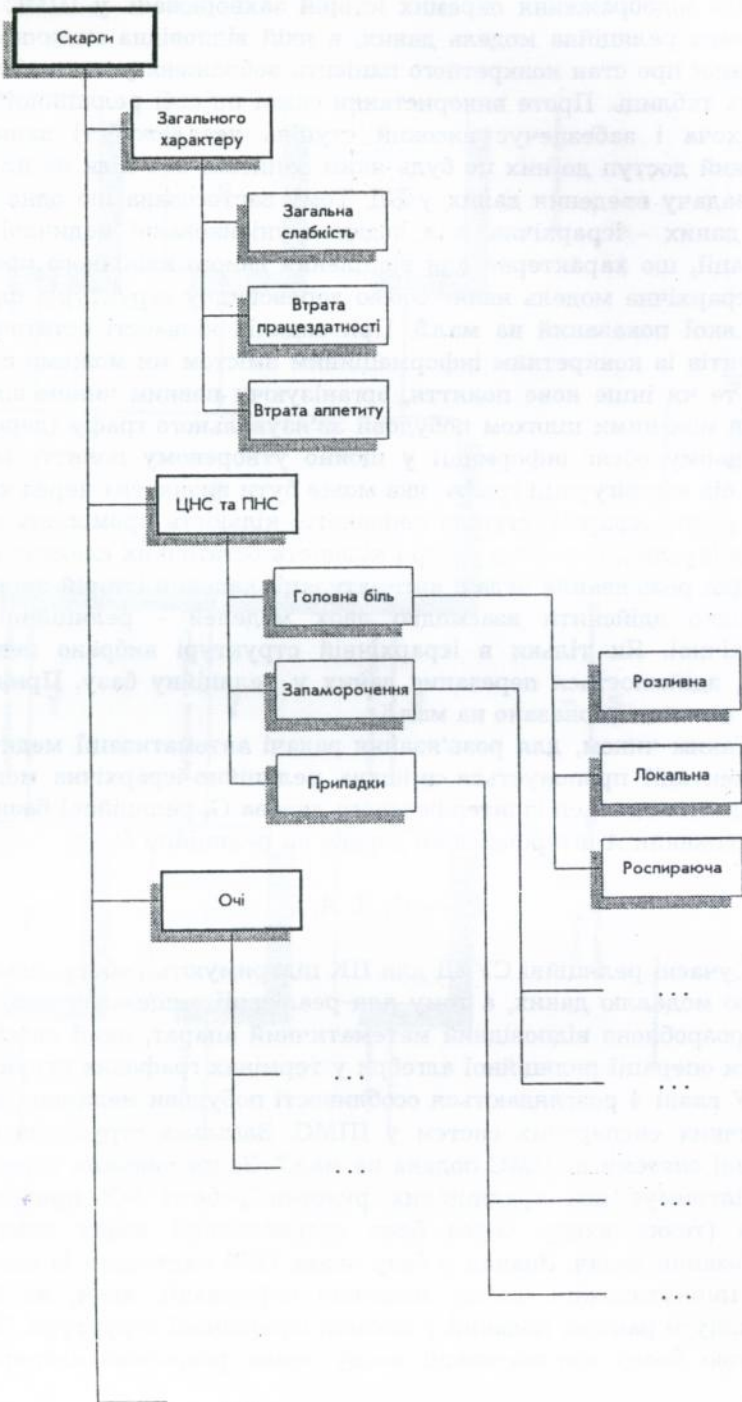
Для розв'язання задачі автоматизації ведення історій хвороби необхідно здійснити взаємодію двох моделей - реляційної та ієрархічної. Як тільки в ієрархічній структурі вибрано певний шлях, здійснюється перезапис даних у реляційну базу. Принцип такої взаємодії показано на мал.6.

Таким чином, для розв'язання задачі автоматизації медичної документації пропонується змішана реляційно-ієрархічна модель БД, що складається із інтерфейсного дерева G , реляційної бази R і відображення A інтерфейсного дерева на реляційну базу:

$$\xi = \langle G, R, A, \rangle$$

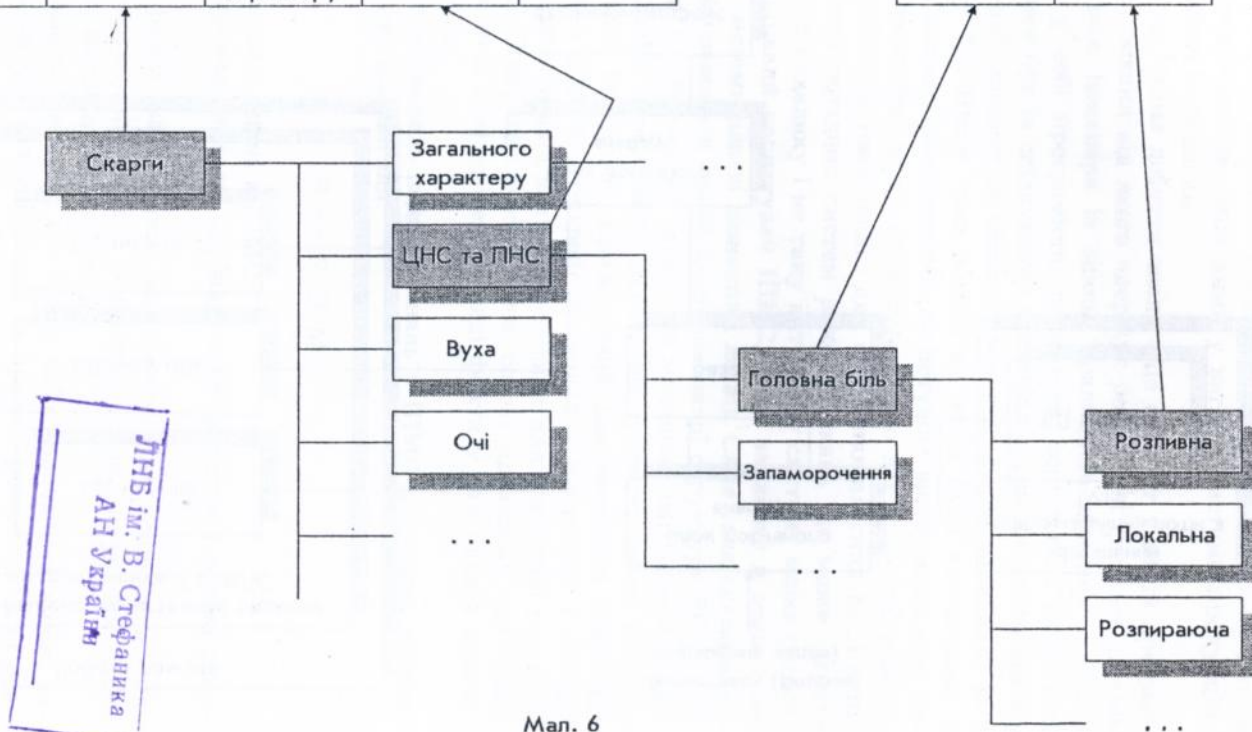
Сучасні реляційні СУБД для ПК підтримують роботу тільки з однією моделлю даних, а тому для реалізації вищезазначеної моделі розроблено відповідний математичний апарат, який дозволяє задати операції реляційної алгебри у термінах графових структур.

У главі 4 розглядаються особливості побудови медичних діагностичних експертних систем у ПМС. Загальна структура експертної системи в ПМС подана на мал.7. Запропонована структура підтримує два традиційних режими роботи ЕС: придбання знань (точка входу через блок автоматизації вводу знань) і розв'язання задач. Знання у базу знань (БЗ) надходять із загального циркулюючого потоку медичної інформації, який, як було розглянуто раніше, поданий у вигляді ієрархічної структури. З допомогою блоку автоматизації вводу знань розробник експертної



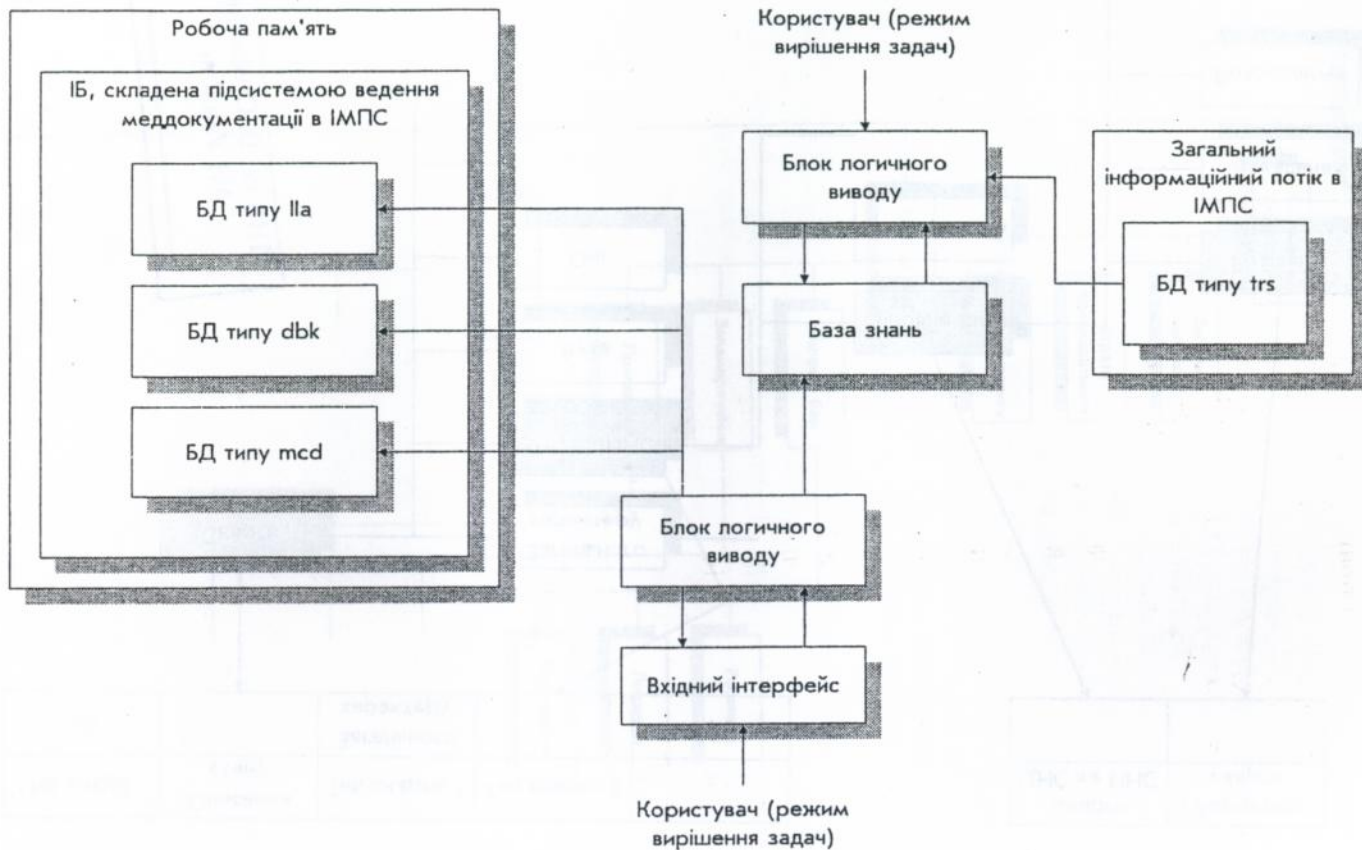
№ історії	Описання стану	Тип скарги 1	Тип скарги 2	...
109		Загального характеру		...

Скарги ЦНС та ПНС	Характер скарги



Мал. 6

ДНБ ім. В. Стефаника
АН України



Мал. 7

системи встановлює взаємозв'язки, які повинні існувати між фактами (даними), що містяться в загальному інформаційному потоці. Факти та взаємозв'язки між ними у вигляді системи продукцій і являють собою базу знань.

Класична схема добуття знань - це експерт у даній предметній області, знання від якого одержує розробник системи, що виступає у ролі інженера із знань. Традиційно інженер із знань поєднував у собі програміста, психолога, соціолога і аналітика, який повинен був із спілкування з спеціалістами набувати знання в тій чи іншій предметній області і у певній формі закладати їх у створювану ЕС. Проте така форма не може бути застосована в ІПМС, яка спершу замишлялася як потужне інструментальне середовище, розраховане на користувача, що дає йому всі можливості для роботи, в тому числі і для створення власних ЕС. І якщо при створенні складних систем інженер знань ще може зіграти свою роль, то невелику і не таку витончену систему може сконструювати кінцевий користувач ІПМС, який закладає в основу застосованої системи власні пізнання і досвід. Саме така схема одержання знань лежить в основі запропонованої структури ЕС.

На мал. 8 зображений загальний механізм діагностики захворювань в ІПМС. Інтерфейсне дерево вводу являє собою візуальний графічний інтерфейс, призначений для введення симптомів захворювання. Такий інтерфейс дозволяє у природній і наочній формі здійснювати ввід даних, необхідних для наступної генерації фактів в ЕС. Генератор фактів являє собою підсистему, що транслює зображені в природному вигляді факти у внутрішній синтаксис бази даних.

Теоретична модель подання знань у ІПМС для задач машинної діагностики має вигляд:

$$\mathfrak{A} = \langle P, D, M \rangle$$

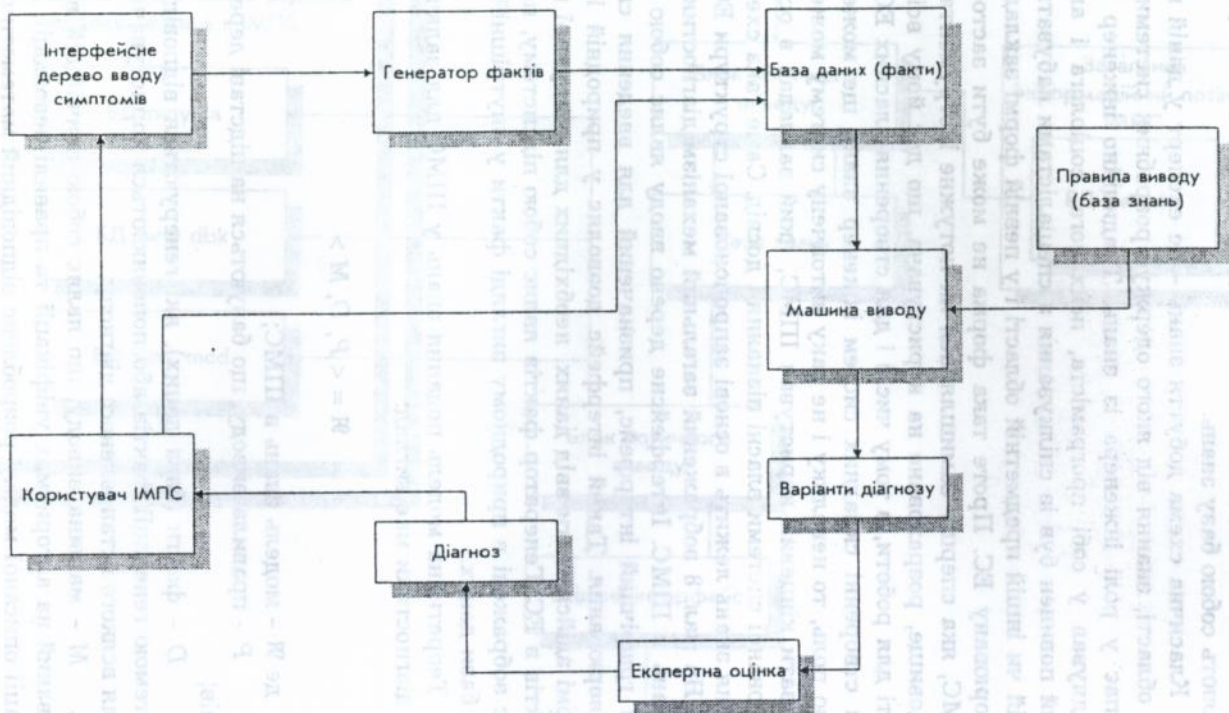
де \mathfrak{A} - модель знань в ІПМС;

P - правила виводу, що базуються на підставі дерева симптомів;

D - факти (база даних), які генеруються відповідною підсистемою генерації фактів або поповнюються користувачем ІПМС після всякого встановленого діагнозу;

M - машина виводу, що являє собою звичайний вивід, заснований на алгоритмах уніфікації та правилі резолюції. Для реалізації описаної моделі розроблено відповідний математичний апарат, який заснований на інтерпретації зв'язків графа симптомів, одержаного із ієрархічної структури даних, у термінах теорії пре-

ЗАГАЛЬНИЙ МЕХАНІЗМ ДІАГНОСТИКИ ЗАХВОРЮВАНЬ В ІМПС



Мал. 8

дикатів першого порядку. При цьому розглядалися дві моделі графа симптомів - ненавантаженого кортежами ймовірностей (формально-логічна модель) і навантаженого ймовірнісними оцінками (логіко-ймовірнісна модель).

В главі 5 розглянуто методичні питання проектування інтерфейса користувача в ППМС. Особливо актуальні ці питання для користувачів-медиків, консерватизм і невідповідність яких в області, що розглядається, загальновідомі. Питання конструювання інтерфейса користувача в сукупності із задачами дидактичного характеру складають психолого-педагогічний аспект застосування ППМС як нової інформаційної технології.

Методологія побудови контакту між користувачем і ППМС базується на двох основних вимогах. Перше - максимальне задоволення потреб користувача з метою розвантаження його від рутинних дій, розрахунків і т.п., полегшення умов його праці, підвищення продуктивності праці і якості прийнятих рішень. Друге - високий рівень технічного і програмного забезпечення, що у руках користувача є гнучкою інструментальною системою, яка забезпечує виконання виробничих функцій, так як це диктується першою вимогою.

В п'ятій главі визначена концепція системного інтерфейса, яка являє собою обопільне ув'язання понять, що характеризують необхідний набір засобів обох сторін (користувача і обчислювальної системи) для забезпечення ефективної роботи. Виділено основні принципи і вимоги до інтерфейсу користувач-ППМС. Для реалізації цих принципів і вимог застосована концепція графічного інтерфейса, дружнього користувачу. При цьому зображення, відтворюване на екрані, є достовірним зображенням ілюзії користувача. Певні маніпуляції цим зображенням негайно призводять до деякого завбачуваного стану машини відповідно до того, як користувач уявляє собі цей стан.

Далі розглянуто питання розвитку концепції графічного інтерфейса в ППМС, зокрема, питання, зв'язані з методологією візуального програмування. Візуальне програмування, в деякому розумінні, є інверсним у відношенні до традиційного. Якщо у традиційному "прямому" програмуванні дії виконуються за створеною програмою, то у візуальному програмуванні по діям, які проводяться в якомусь інструментальному середовищі, генерується програма, котра так чи інакше асоціюється з цими діями. Характерним прикладом такої технології може бути процес утворення і редагування дерев медичної інформації в ППМС. Інструментальні засоби, які підтримують технологію візуального програмування, дозволяють користувачу ППМС виконувати такі функції:

створити нове дерево; додати у нове або вже існуюче дерево будь-яку гілку в будь-якому напрямку; перенести гілку із одного вузла в інший; модифікувати інформацію, що міститься в будь-якому вузлі і т.д.

Також у цій главі розглянуто дидактичний аспект застосування ІПМС як НІТ. Визначені мети, методи і засоби навчання основам інформатики та обчислювальної техніки у медичному вузі, адекватні висунутій концепції інформатизації медичної діяльності і відповідно цьому розроблена програма базового навчання.

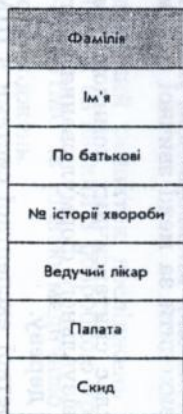
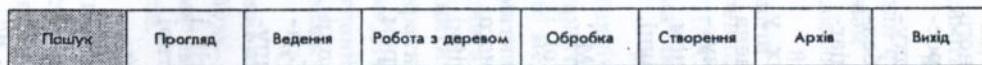
В главі 6 розглянуто інтегроване програмне медичне середовище MedDoc-2.0, побудоване на базі розглянутих вище моделей подання медичної інформації, з урахуванням висунутих вимог до проектування інтерфейса користувач - обчислювальна система. ІПМС MedDoc-2.0 реалізована програмними засобами пакету Foxpro 2.0. MedDoc-2.0 функціонує на комп'ютерах IBM PC XT/AT і сумісних із ними моделях і потребує не менше 2 Мбайт пам'яті на твердому диску. Програма може робити під керуванням операційної системи MS-DOS версії не нижче 3.30. Оптиміальні експлуатаційні характеристики одержані на IBM AT/386 (тактова частота 40 МГц, твердий диск 120 Мбайт, відеоадаптер SVGA).

Принципи роботи MedDoc-2.0 розглянуті на прикладі версії, розробленої для відділення кардіологічного профілю. Технологічний та технічний аспекти функціонування системи у відділеннях будь-якого іншого клінічного профілю аналогічні. Відміни будуть полягати тільки в обсязі і структурі загального потоку медичної інформації і деяких формах меддокументації. На мал.9 показан вхідний інтерфейс системи.

Характер застосування ІПМС в умовах стаціонару залежить від ряду факторів, серед яких: забезпеченість відповідними засобами обчислювальної техніки, підготовленість медперсоналу, готовність адміністрації до переходу на нові інформаційні технології і т.д. Тому розглянуто декілька можливих варіантів використання ІПМС, в залежності від вказаних факторів.

І, нарешті, в шостій главі досліджена ефективність застосування ІПМС в умовах відділення стаціонару на основі оцінки зміни фактора часових витрат на ведення, обробку і облік медичної документації в порівнянні із традиційними технологіями. Вірогідність одержаного висновку не менша 99%. Також визначено адаптаційний період впровадження НІТ на базі ІПМС, який складає в середньому 3 місяці, не рахуючи періоду навчання, і дана динаміка зміни показника, який досліджується, для різних вікових груп користувачів.

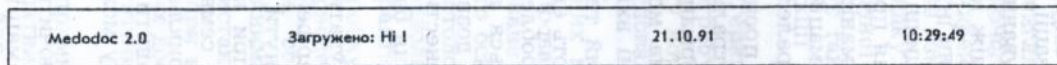
У закінченні підводиться підсумок проведених досліджень і



опції підменю режиму пошуку

ГОЛОВНЕ МЕНЮ СИСТЕМИ

підменю режиму пошуку



статусна стрічка

пошук по фамілії пацієнта

стрічка додаткової інформації

Мал. 9

формулюються висновки з роботи.

ВИСНОВКИ

1. На підставі виконаних досліджень вирішена проблема інформатизації медичної діяльності в умовах стаціонару за рахунок застосування у лікувально-діагностичному процесі нової, якісно вищої, ніж існуючі, форми організації в медицині, котра означена нами як інтегроване програмне медичне середовище - ППМС.

2. Медичні інформаційні системи різного функціонального призначення працюють в ППМС у єдиному інформаційному просторі з одноманітним поданням інформації, що дозволяє упорядкувати інформаційні потоки, зменшити інформаційні втрати, забезпечити паралельний режим вирішення задач лікувально-діагностичного процесу.

3. Централізувати характеристики вхідних масивів даних у єдину інформаційну технологію дозволяє розроблена узагальнена математична модель ППМС, яка дає змогу перетворювати внутрішні змінні вхідних інформаційних масивів даних таким чином, що в єдиний технологічний канал ППМС поступають вже змінні, що складають єдине подання інформації.

4. Розроблена математична модель подання даних в ППМС, яка базується на взаємодії двох моделей даних - ієрархічної і реляційної, дозволяє:

- перенести зручності та переваги порівняного ієрархічного проектування баз даних, властиві ієрархічній моделі, на реляційні моделі;

- збудувати візуальну мову запитів до бази даних, ядром якого є інтерфейсне дерево;

- уникнути необхідності указування зв'язуючих різні таблиці атрибутів при конструюванні запитів, тобто запит буде відображати лише семантику необхідної інформації, а не схему її пошуку, як, наприклад, в SQL або QBE;

- позбавити користувача вивчення спеціальної мови запитів і надати йому можливість не виходити за межі звичної предметної області;

- виключити широкий клас синтаксичних помилок при введенні інформації за рахунок візуального формулювання запитів до бази даних по інтерфейсному дереву.

5. Функціонування конкретної експертної системи в ППМС на відміну від традиційних структур базується на результатах, раніше одержаних іншими його підсистемами, що відповідає природ-

ному розвитку лікувально-діагностичного процесу і дозволяє прискорити процес одержання результату за рахунок виключення запитально-відповідного режиму, прийнятого у традиційних структурах.

6. В розроблених формально-логічних та логіко-ймовірнісних моделях подання знань для вирішення задач діагностики захворювань правила виведення (база знань) зображені у вигляді графу симптомів, одержаного на основі загального циркулюючого в ПМС потоку медичної інформації, заданого у вигляді інтерфейсного дерева, що забезпечує автоматичну інтерпретацію зв'язків графу симптомів у термінах теорії предикатів першого порядку.

7. Розроблена методологія інтерактивної графічної навігації для створення експертних систем в ПМС забезпечує такий механізм розробки експертних систем, при якому функції експерта, розробника і користувача можуть бути поєднані.

8. Проблема максимального наближення комп'ютерних технологій до потреб звичайного користувача-медика потребує вироблення адекватної стратегії проектування інтерфейсу користувач-ПМС, відповідних методів і засобів навчання основам інформатики та обчислювальної техніки у медичному вузі.

9. На основі розробленої концепції, математичних моделей і технічних засобів моделювання розроблено і впроваджено у практику роботи ряду лікувальних закладів інтегроване програмне медичне середовище MedDoc-2.0 і створені на його основі автоматизовані робочі місця лікаря кардіолога, невропатолога, терапевта, реаніматолога, токсиколога, хірурга, що дозволяє підвищити продуктивність і якість праці за рахунок практично трикратного скорочення часових витрат на ведення, обробку та облік медичної документації. Статистичними методами доведена ефективність нових інформаційних технологій ведення, обробки та обліку медичної документації у порівнянні з традиційними.

Описані задачі не обмежують області використання одержаних наслідків, які можуть знайти використання при вирішенні будь-яких питань, зв'язаних із проведенням наукових досліджень, математичним моделюванням фізіологічних і патологічних процесів.

Подальший розвиток досліджень у цьому напрямку також повинен бути зв'язаний з розробкою програмно-апаратних засобів, стікуючих ПМС із різною медичною апаратурою для функціональних досліджень.

1. Гончаренко С.У., Хаїмзон ІІ. Про цифрову електроніку. - Радянська школа, 1991. - 174 с.

2. Грузман М.З., Усач А.Г., Хаимзон И.И., Мазур О.И. Визуальное программирование и автоматизация проектирования обучающих программ // В кн.: Проблемы внедрения компьютерных технологий в обучении. - Киев: Институт кибернетики АН Украины, 1992. - С.10-15.

3. Довгялло А.М., Попов А.А., Хаимзон И.И. Новые информационные технологии в медицине // Тездокл. XI Объединенной научной медико-технической конференции. - Винница, 1991. - С.76.

4. Дяков В.А., Хаимзон И.И. Электроника и кибернетика в медицине // Тездокл. I Объединенной научной медико-технической конференции. - Винница, 1985. - С.36.

5. Дяков В.А., Хаимзон И.И. Микропроцессорный информационно-измерительный комплекс // Тездокл. Всесоюзной конференции "ИИС-85". - Винница, 1985. - С.58.

6. Дяков В.А., Хаимзон И.И. Методические указания по применению ЭВМ для статистических расчетов в медико-биологических исследованиях. - Киев: Минздрав Украины, 1987. - 23 с.

7. Дяков В.А., Желиба В.Т., Хаимзон И.И. Методические указания к лабораторному практикуму по информатике и вычислительной технике для студентов медицинских вузов. - Винница: ВМИ, 1991. - 48 с.

8. Дяков В.А., Желиба В.Т., Хаимзон И.И. Из опыта преподавания информатики и вычислительной техники в медицинском вузе // Тездокл. Республиканской конференции "Применение компьютеров в совершенствовании обучения в медицине". - Киев, 1990. - С.46.

9. Дяков В.А., Желиба В.Т., Космина Н.А., Хаїмзон ІІ. Комп'ютеризація в навчальному процесі на кафедрі біофізики, інформатики та медичної апаратури // Тездоп. II Республіканської конф. "Застосування комп'ютерної техніки в учбовому процесі медичних вузів". - Вінниця, 1992. - С.34.

10. Іваницький Б.Г., Желіба В.Т., Хаїмзон ІІ., Літовченко В.Н. Нові інформаційні технології в вивченні мов // Тездоп. Республіканської конф. "Лінгво-методичні проблеми професійної спрямованості викладання іноземних мов у вузі". - Вінниця, 1991. - С.35.

11. Процек Е.Г., Стеценко Г.С., Хаимзон И.И. Новые информационные технологии хранения, учета и обработки медико-биологической информации // В кн.: Жизнь и компьютер. - Харьков, 1990. - С.105.

12. Сокол А.Е., Дяков В.А., Хаимзон И.И. Методические указания по алгоритмизации, программированию и решению на ЭВМ

диагностических, лечебных и экспертных задач в клинической практике и учебном процессе. - Киев: Минздрав УССР, 1989. - 33 с.

13. Сокол А.Е., Дяков В.А., Хаимзон И.И. Использование ЭВМ для распознавания коматозных состояний у больных сахарным диабетом // Терапевтический архив, 1989, 12. - С.16-20.

14. Сокол А.Е., Дяков В.А., Хаимзон И.И. Компьютерные диагностические экспертные системы // Тездокл. VIII Объединенной научной медико-технической конференции. - Винница, 1990. - С.78.

15. Стеценко Г.С., Дяков В.А., Хаимзон И.И. Разработка диагностических алгоритмов для прогнозирования ряда заболеваний и их реализация в программном виде на ЭВМ // Тездокл. семинара "Результаты хоздоговорных НИР в практику". - Винница, 1988. - С.79.

16. Стеценко Г.С., Хаимзон И.И., Голод Ю.В. Новые информационные технологии в медицине // Тездокл. Международной конференции "Проблемы медицины катастроф". - Киев, 1991. - С. 245.

17. Хаїмзон І.І. Деякі аспекти вивчення інформатики та обчислювальної техніки в медичному вузі // Тездоп. Республіканської конф. "Застосування комп'ютерної техніки в навчальному процесі медичних вузів". - Полтава, 1993. - 28 с.

18. Хаїмзон І.І. Інформаційне середовище і принципи оцінки його якісних та кількісних показників // Тездоп. XI Об'єднаної науково-технічної конференції. - Вінниця - Київ, 1993. - 128 с.

19. Хаїмзон І.І. Нові інформаційні технології для створення спеціалізованих програм підтримки лікувально-діагностичного процесу // Тездоп. до 60-річчя Вінницького державного медичного університету. - Вінниця, 1994. - С.346.

20. Хаимзон И.И. Новые информационные технологии ведения, учета и обработки медицинской документации. - Киев: Вища школа, 1992. - 158 с.

21. Хаимзон И.И. Интегрированная программная медицинская среда как инструментальное средство для решения задач информатизации лечебно-диагностического процесса // В кн.: Биоматематика и медицинская информатика. - Киев: Институт кибернетики АН Украины, 1992. - С.105-112.

22. Хаимзон И.И. Новые информационные технологии в медицине // Медицинская техника, 1992, 3. - С.24-29.

23. Хаимзон И.И. Новые информационные технологии в медицине // В кн.: Информационные технологии в научных исследованиях и испытаниях. - Киев: Институт кибернетики АН Украины, 1991. - С.12-17.

24. Хаїмзон І.І. Новые інформаційні технології об'єднання в медицині // Тездокл. Республіканської конф. "Нові інформаційні технології в навчальних закладах України". - Київ, 1992. - С.234.

25. Хаїмзон І.І. Новые інформаційні технології в умовах відділення стаціонара. - Київ: Інститут кібернетики, 1992. - Препринт, вип.4. - 24 с.

26. Хаїмзон І.І. Проблеми інформатизації медичної діяльності та аспекти її вирішення // Тездоп. ІІ Республіканської конфер. "Застосування комп'ютерної техніки в навчальному процесі медичних вузів". - Вінниця, 1992. - С.80.

27. Хаїмзон І.І., Голод Ю.В. З досвіду викладання інформатики та обчислювальної техніки в медичному вузі // Тездоп. І Республіканської конфер. "Застосування комп'ютерної техніки в навчальному процесі медичних вузів". - Дніпропетровськ, 1992. - С.89.

28. Хаїмзон І.І., Мищенко Р.Ф. Метод формалізації медичних знань в застосуванні ЕВМ // Тездокл. XII Об'єднаної медико-технічної конференції. - Київ - Вінниця, 1994. - 56 с.

29. Хаїмзон І.І., Мищенко Р.Ф. Новые інформаційні технології ведення, урахування та обробки медичної документації на базі персональних комп'ютерів // Советское здравоохранение, 1991, 11. - С.5-9.

30. Хаїмзон І.І., Мищенко Р.Ф. Інформаційні технології ведення, урахування та обробки медичної документації на базі персональних комп'ютерів // Тездокл. VIII Об'єднаної наукової медико-технічної конференції. - Вінниця, 1991. - С.145.

31. Хаїмзон І.І., Мищенко Р.Ф. MedDoc - Система підтримки прийняття рішень в роботі практикуючого лікаря // Тездоп. XIII Об'єднаної наукової медико-технічної конференції. - Київ - Вінниця, 1995. - 47 с.

32. Хаїмзон І.І., Фоменко А.А. Экспертная система прогнозирования послеоперационных осложнений // Тездокл. IX Об'єднаної медико-технічної конференції. - Вінниця, 1991. - С.145.

33. Хаїмзон І.І., Фоменко О.А. Інструментальні засоби для проектування систем автоматизованого контролю знань в навчальному процесі медичних вузів // Тездоп. ІІ Республіканської конфер. "Застосування комп'ютерної техніки в навчальному процесі медичних вузів". - Вінниця, 1992. - С.82.

34. Хаїмзон І.І., Пантус О.Ю., Мищенко Р.Ф. Інтегроване програмне медичне середовище MedDoc 2.0 // Тездоп. ІІ Республіканської конфер. "Застосування комп'ютерної техніки в навчальному

Хаимзон И.И. Разработка и исследование эффективности новых информационных технологий ведения, обработки и учета медицинской документации.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.02 - математическое моделирование в научных исследованиях, Институт кибернетики НАН Украины, Киев, 1995 г. Защищается 52 научные работы, которые содержат теоретические исследования протекания информационных процессов в медицинской среде, прикладные разработки новых информационных технологий в медицине. Установлено, что применение новой, качественно высшей формы организации в медицине - интегрированной программной медицинской среды (ИПМС) позволяет упорядочить информационные потоки, уменьшить информационные потери, централизовать характеристики входных информационных потоков в единую информационную технологию. Осуществлено внедрение ИПМС MedDoc-2.0 в ряд лечебных учреждений, приводятся данные о ее эффективности в процессе эксплуатации.

Khaimson I.I. Development and investigation of the effectivity of the new information technologies of the keeping, registration and processing of the medical documentation.

Dissertation for the scientific rank of Doctor of Technical Sciences by the speciality 05.13.02 - Mathematical modelling in the scientific investigation, Cybernetical Institute of AS of the Ukraine, Kiev, 1995. 52 scientific works including theoretical investigation of the medical information processing and development of the new information technologies in the medicine are defended. It is established that usage of the new, high level form of the medical organization - the Integrated Computing Medical Environment (ICME) allows to regulate information streams, decrease information losses, centralize the arrays of the input data by their characteristic in the uniform information system. ICME MedDoc v.2.0 applicated to some medical institutions. Data regarding effectivity during usage of ICME are enclosed.

Ключові слова: інформаційне медичне середовище, інформаційні технології у медицині

Підписано до друку 20.09.95. Формат 60x84/16. Папір друкарський.
Офсетний друк. Облік. від. арк. 2. Тираж 100. Замовлення № 167
Друкарня ЦНІТ ВДМУ

444186

