

# **МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА ТА ІНЖЕНЕРІЯ**

(науково-практичний журнал)

# **МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИ- КА И ИНЖЕНЕРИЯ**

(научно-практический журнал)

# **MEDICAL INFORMATICS AND ENGINEERING**

(scientific-practical journal)

4/2010

**Головний редактор** – О.П. Мінцер  
**Відповідальний секретар** – В.П. Марценюк  
**Редакційна рада:**

О.Ф. Возіанов,  
М.В. Банчук,  
О.М. Біловол,  
І.Є. Булах,  
О.П. Волосовець,  
Ю.В. Вороненко,  
Б.А. Кобрінський (Росія),  
Л.Я. Ковальчук,  
Ю.М. Колесник,  
О.С. Никоненко,  
О.В. Палагін,  
В.Д. Шинкарук,  
О.В. Чалий,  
Ч. Чернанський (США),  
Ю.І. Якименко

**Редакційна колегія:**

Р.А. Абизов,  
М.Ю. Антомонов,  
Г.Л. Апанасенко,  
Н.О. Артамонова,  
Л.Ю. Бабінцева,  
М.Ю. Болгов,  
В.В. Вишневський,  
Л.С. Годлевський,  
О.В. Гойко,  
В.С. Дідковський,  
І.Й. Єрмакова,  
Ю.Ф. Зіньковський,  
І.С. Зозуля,  
В.М. Ільїн,  
В.В. Кальниш,  
О.С. Коваленко,  
Л.М. Козак,  
О.І. Корнелюк,  
А.Л. Косаковський,  
А.Б. Котова,  
В.В. Краснов,  
О.М. Лисенко,  
П.П. Лошицький,  
К.Г. Лябах,  
Ю.Є. Лях,  
О.Ю. Майоров (заст. гол. ред.),  
В.П. Марценюк (заст. гол. ред.),  
І.Р. Мисула,  
В.Г. М'ясніков,  
Є.А. Настенко,  
Л.М. Овсяннікова,  
О.А. Панченко,  
М.С. Пономаренко,  
О.А. Рижов,  
В.І. Тимофєєв (заст. гол. ред.),  
Г.С. Тимчик,  
М.Д. Тронько,  
П.І. Федорук,  
Я.В. Цехмістер,  
К.О. Чалий (заст. гол. ред.),  
А.Г. Шульгай,  
В.П. Яценко.

**МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА ТА ІНЖЕНЕРІЯ**  
(науково-практичний журнал)

**МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА И ИНЖЕНЕРИЯ**  
(научно-практический журнал)

**MEDICAL INFORMATICS AND ENGINEERING**  
(scientific-practical journal)

Заснований у 2008 році.  
Виходить 4 рази на рік.

Свідоцтво про державну реєстрацію  
друкованого засобу масової інформації  
КВ №12935-1819Р від 03.07.2007.

**Журнал “Медична інформатика та інженерія”  
включено до переліку наукових фахових видань  
ВАК України:**

**Постанова Президії ВАКУ від 27.05.2009**

**№1-05/2; Бюлетень ВАКУ №8, 2009, С. 12.**

**(медичні науки);**

**Постанова Президії ВАКУ від 10.11.2010 №3-05/7;**

**(біологічні науки)**

**Співзасновники:**

Національна медична академія післядипломної  
освіти імені П.Л. Шупика,  
Тернопільський державний медичний  
університет імені І.Я. Горбачевського.

**Адреса редакції:**

04112, м. Київ, вул. Дорогожицька, 9  
тел./факс: (+38044) 456-72-09,  
тел.: (+38044) 205-49-55  
e-mail: mijournal@nmapo.edu.ua  
Web-site: [http://www.nbuu.gov.ua/portal/Chem\\_Biol/Mii/index.html](http://www.nbuu.gov.ua/portal/Chem_Biol/Mii/index.html)  
<http://www.tdmu.edu.te.ua/mie/>

**Адреса видавництва:**

Тернопільський державний медичний університет  
імені І.Я. Горбачевського, видавництво “Укрмедкнига”,  
46001, м. Тернопіль, майдан Волі, 1,  
тел.: (+380 352) 43-49-56, факс: (+380 352) 52-80-09  
e-mail: [publishhouse@tdmu.edu.te.ua](mailto:publishhouse@tdmu.edu.te.ua)

Рекомендовано Вченою радою Національної медичної  
академії післядипломної освіти імені П.Л. Шупика МОЗ  
України (протокол № 9 від 10.11.2010) та Вченою радою  
Тернопільського державного медичного університету  
імені І.Я. Горбачевського (протокол № 6 від 23.11.2010).  
Журнал видається за сприяння Національного технічного  
університету України “Київський політехнічний інститут”

Підписано до друку 24.11.2010. Формат 60x84/8.  
Папір офсет. Ум. друк. арк. 11,63. Обл.-вид. арк. 11,28.  
Тираж 600 прим. Зам. № 18.  
Віддруковано в друкарні Тернопільського державного  
медичного університету імені І.Я. Горбачевського.

Повне або часткове копіювання в будь-який спосіб матеріалів цього  
видання допускається лише за умови отримання письмового дозволу  
редакції.

© Національна медична академія післядипломної освіти  
імені П.Л. Шупика

© Тернопільський державний медичний університет  
імені І.Я. Горбачевського

ЗМІСТ

CONTENTS

ВІД РЕДАКЦІЇ

5

*О. П. Мінцер, В. В. Петров, А. А. Крючин, Л. Ю. Бабінцева, І. В. Горбов, М. С. Денисюк*

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

«МЕДИЧНИЙ ЕЛЕКТРОННИЙ ПАСПОРТ ГРОМАДЯНИНА УКРАЇНИ»

6

*О. П. Мінцер, М. В. Банчук, С. В. Калінчук, С. О. Дяченко,  
О. Г. Белінський*

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ БЕЗОПЛАТНОГО  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНСУЛІНОМ ПАЦІЄНТІВ ІЗ 37  
ДІАГНОЗОМ ЦУКРОВОЙ ДІАБЕТ ІЗ  
ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДОЛОГІЇ STRUCTURE  
ANALYSIS AND DESIGN TECHNIQUE

*В. В. Кальниш, А. В. Швець, А. Л. Буцик*

ПІДХОДИ ДО КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ  
ЕМОЦІЙНИХ СТАНІВ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ 49  
ОПЕРАТОРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

*С. М. Злепко, Н. М. Сулова, П. Г. Прудіус, С. В. Павлов*  
ВИКОРИСТАННЯ ФОРМУЛИ БАЙЄСА ДЛЯ  
ПРОГНОЗУВАННЯ ВИНИКНЕННЯ ЦУКРОВОГО 54  
ДІАБЕТУ

*В. В. Краснов*

ПОБУДОВА СТРУКТУРИ ОНТОЛОГІЇ ДІАГНОС-  
ТИЧНОГО ТА ЛІКУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСІВ 59

*О. Ю. Азархов, С. М. Злепко*

КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ РЕАБІЛІТАЦІЇ  
ПОСТІНСУЛЬТНИХ ХВОРИХ 66

*В. П. Марценюк, Н. М. Гандзюк*

МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ  
РІЗНИХ ТИПІВ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ РІВНЯ 70  
СКЛАДНОСТІ

*Н. О. Кравець*

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ  
СКЛАДНОГО РУХУ ФЛАКОНІВ НА ЛІНІЯХ 74  
РОЗЛИВУ ЛІКІВ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ПРО-  
МИСЛОВОСТІ

*Д. В. Вакуленко, І. І. Сугоняк*

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ВИБОРУ КОМПЛЕКСУ  
МЕТОДІВ ЛІКУВАННЯ ЗА МЕТОДИКОЮ 79  
ТРАДИЦІЙНОЇ КИТАЙСЬКОЇ МЕДИЦИНИ  
(КОНЦЕПЦІЯ „У-СІН”).

*В. П. Марценюк, Н. Я. Климук, І. Є. Андрущак*

ПІДХІД НА ОСНОВІ АКТУАРНИХ МАТЕМАТИЧНИХ 85  
МОДЕЛЕЙ ДО ЗАДАЧ СТРАХОВОЇ МЕДИЦИНИ

*O. P. Mintser, M. V. Banchuk, S. V. Kalinchuk,  
S. O. Diachenko, O. H. Belinskyi*

THE MODELING OF THE FREE PRESCRIPT  
INSULIN DISTRIBUTION FOR THE PATIENTS  
WITH DIABETES MELLITUS DIAGNOSIS WITH  
STRUCTURE ANALYSIS AND DESIGN TECHNIQUE  
METHODOLOGY USAGE

*V. V. Kalnysh, A. V. Shvets, A. L. Butsyk*

THE APPROACHES OF EMOTIONAL COMPUTER  
MODELING AT THE REALIZATION OF OPERATOR  
ACTIVITY

*S. M. Zlepko, N. M. Surova, P. H. Prudyus, S. V. Pavlov*  
USING OF BAYES FORMULA FOR PROGNOSTI-  
CATION OF DIABETES MELLITUS ORIGIN

*V. V. Krasnov*

CONSTRUCTION OF ONTOLOGICAL STRUCTURE  
OF DIAGNOSTIC AND MEDICAL PROCESSES

*O. Yu. Azarhov<sup>1</sup>, S. M. Zlepko*

THE CLASSIFICATION OF POSTAPOPLECTIC  
PATIENTS REHABILITATION METHODS

*V. P. Martsenyuk, N. M. Handzyuk*

MODELS OF EVALUATION OF TEST TASKS OF  
DIFFERENT TYPES AND DETERMINATION OF THEIR  
LEVEL OF COMPLICATION

*N. O. Kravets*

STRUCTURE OF THE MATHEMATICAL MODEL OF  
THE COMPLEX BOTTLES MOTION ON THE  
BOTTLES LINE IN THE PHARMACEUTICAL  
INDUSTRY

*D. V. Vakulenko, I. I. Suhoniak*

EXPERT SYSTEM FOR SEARSH OF TREATMENT  
METHODS DUE TO TRADITIONAL CHINA MEDICINE  
(CONCEPTION OF „U-SIN”).

*V. P. Martsenyuk, N. Ya. Klymuk, I. Ye. Andrushchak*

APPROACH BASED ON ACTUARIAL MATHEMATICAL  
MODELS FOR THE PROBLEMS OF HEALTH INSURANCE

*С. В. Горшков*

**КОНЦЕПТУАЛЬНА СХЕМА ПОБУДОВИ МОДЕЛІ  
ЗАГАЛЬНООБОВ'ЯЗКОВОГО ДЕРЖАВНОГО 88  
СОЦІАЛЬНОГО МЕДИЧНОГО СТРАХУВАННЯ В  
УКРАЇНІ**

*Ye. V. Gorshkov*

**CONCEPTUAL SCHEME OF MODEL STRUCTURE OF  
COMPULSORY FOR ALL STATE SOCIAL MEDICAL  
INSURANCE IN UKRAINE**

*А. В. Семенець*

**АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
БАЗИ ДАНИХ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ 93  
ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ У МЕДИЧНІЙ ОСВІТІ**

*A. V. Semenets*

**THE DATABASE PERFORMANCE BENCHMARK OF  
THE TEST KNOWLEDGE INFORMATION SYSTEM IN  
THE MEDICAL EDUCATION**

Від редакції

## Шановні читачі!

Інформатизація охорони здоров'я в усьому світі займає провідне місце. Справа тут не тільки в необхідності отримання статистичних даних стосовно здоров'я населення (хоча, це вочевидь важливо). Сьогодні характерними рисами повсякденного життя людей стали зростання турботи про особисте здоров'я і, водночас, катастрофічна нестача часу на виконання навіть елементарних профілактичних заходів щодо оздоровлення.

Оцінювання динаміки змін організму для прийняття відповідних рішень, незважаючи на стрімке зростання можливостей медичних технологій, представляє певні труднощі, насамперед через відсутність відповідної інформації. Розвиток медичних інформаційних систем лише частково може допомогти у вирішенні цієї проблеми. Потрібна принципово нова технологія реєстрації та збереження персоніфікованої медичної інформації.

Така технологія була розроблена та запропонована для практичного застосування в Україні і отримала назву – “Функціонально незалежний медичний електронний паспорт” (МЕП).

У ході виконання наукових досліджень були отримані дуже важливі для подальшого розвитку інформатизації охорони здоров'я результати.

Вони стосуються ряду проблем.

Перш за все, обґрунтовані принципи формалізації структури уніфікованої історії хвороби, забезпечення валідності інформації, розроблено методологічну базу для створення єдиної уніфікованої медичної документації. Проаналізовані існуючі медичні інформаційні системи (МІС) та сформульовані вимоги щодо їх інтеграції з МЕП.

Запропоновано принципово новий механізм реєстрації даних про здоров'я людини за допомогою функціонально незалежного носія інформації. Визначені елементи нормативно-правової бази України для запровадження МЕП.

Вперше сформульовані концептуальні підходи до створення дуальної державної системи: розгалуженої ІС і МЕП. Розроблені принципові схеми обміну інформацією в інформаційному просторі держави.

Розроблений оригінальний матеріальний носій для МЕП на базі мікроконтролера та мікросхеми флеш-пам'яті. Для контролера розроблено програмне забезпечення, що здійснює багаторівневий доступ до медичних даних.

Сформульовані та обґрунтовані основні медико – технічні вимоги до програмного забезпечення МЕП.

Вперше запропоновані для занесення у МЕП: оцінки індивідуального здоров'я людини; механізми формування ризиків захворювань, відображення їх динаміки; віддзеркалення фармацевтичного навантаження на організм тощо.

Одним з основних аргументів щодо впровадження МЕП є той факт, що значна частина медичної інформації вже на сьогоднішній день зберігається у цифровому вигляді.

Приймаючи до уваги виняткову важливість отриманих результатів, вважаю актуальним і необхідним розгорнути дискусію щодо прискорення процесів впровадження технологій МЕП у практичну охорону здоров'я.

З цією метою на сторінках журналу висвітлений практично весь звіт щодо виконаної науково-дослідної роботи.

Будемо вдячні за поради, критику і пропозиції.

**З найкращими побажаннями,  
О. П. Мінцер, головний редактор  
д-р. мед. наук, професор**

**ЗВІТ  
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ  
«МЕДИЧНИЙ ЕЛЕКТРОННИЙ ПАСПОРТ ГРОМАДЯНИНА УКРАЇНИ»**

**Науково-дослідну роботу (НДР) виконано Національною медичною академією  
післядипломної освіти імені П. Л. Шупика МОЗ України.**

**Основні автори розробки: Мінцер О. П., д-р мед. наук, професор (науковий керівник); Петров В. В., член-кор. НАН України; Крючин А. А., член-кор. НАН України; Бабінцева Л. Ю., канд. фарм. наук, доцент (відповідальний виконавець); Горбов І. В., к.т.н., Денисюк М. С.**

**Реферат роботи.**

Звіт про НДР: 404 с., 77 рис., 23 табл., 137 джерел, 10 додатків.

*Мета науково-дослідної роботи* – створення механізмів інформаційного відображення здоров'я людини протягом її життя, забезпечення моніторингу рівня здоров'я населення, наступності та спадкоємності медичних дій, надання інформаційної підтримки лікарям у прийнятті рішень, підвищення якості медичної допомоги в Україні.

*Основні завдання науково-дослідної роботи:*

- проведення аналізу щодо уніфікації медичної документації в Україні;
- створення технічного рішення щодо матеріального носія інформації медичного електронного паспорта (МЕП), його структури і функціонального факторіалу;
- обґрунтування механізмів забезпечення валідності інформації;
- розробка медичних і технічних вимог до програмного забезпечення;
- обґрунтування інтеграції МЕП з інформаційними системами різного рівня;
- розробка принципової схеми глобальної системи ведення електронної медичної документації з використанням інформації МЕП.

*Об'єкт дослідження* – форми медичної документації, нормативно-правова база, методологія електронного документообігу в медичних закладах, схеми матеріальних носіїв інформації, показники здоров'я населення.

*Основні результати досліджень:*

1. Обґрунтовані принципи формалізації структури уніфікованої історії хвороби, забезпечення валідності інформації, розроблено методологічну базу для створення єдиної уніфікованої медичної документації. Проаналізовані існуючі МІС та сформульовані вимоги щодо їх інтеграції з МЕП.

2. Запропонований *принципово новий* механізм реєстрації даних про здоров'я людини за допомогою *функціонально незалежного носія* інформації. Визначені елементи нормативно-правової бази України для запровадження МЕП.

3. Вперше сформульовані концептуальні підходи до створення дуальної державної системи: розгалуженої ІС та МЕП. Розроблені принципові схеми обміну інформацією в інформаційному просторі МОЗ України.

4. Розроблений оригінальний матеріальний носій для МЕП на базі мікроконтролера та мікросхеми флеш-пам'яті. Для контролера розроблено програмне забезпечення, що здійснює багаторівневий доступ до медичних даних.

5. Сформульовані та обґрунтовані основні медико-технічні вимоги до програмного забезпечення МЕП.

6. Вперше запропоновані для занесення у МЕП: оцінки індивідуального здоров'я людини; механізми формування ризиків захворювань, відображення їх динаміки; віддзеркалення фармацевтичного навантаження на організм тощо.

*Ключові слова:* медичний електронний паспорт, бази даних, портативні носії інформації, цифровий запис інформації, якість медичної допомоги, інформаційно-телекомунікаційна система, комплексна система захисту інформації, оцінка здоров'я населення, мікроконтролер, медико-технічні вимоги.

**Вступ.** Одним з пріоритетів державної політики у забезпеченні тривалого соціально-економічного розвитку України визначено збереження й зміцнення здоров'я населення на основі формування здорового способу життя та підвищення доступності й якості медичної допомоги.



Медицина галузь тісно пов'язана з накопиченням і обробленням значних обсягів інформації. Від якості методів роботи з інформацією залежить ефективність надання першої допомоги та в подальшому лікування пацієнта. З метою забезпечення належної якості медичної допомоги існує потреба в накопиченні й аналізі даних впродовж тривалого періоду, застосуванні електронних експертних систем.

В свою чергу ефективне функціонування системи охорони здоров'я визначається такими загальними системоутворюючими факторами:

- вдосконалення організаційної структури медичної інформаційної системи, що дозволяє забезпечувати формування здорового способу життя та надання якісної медичної допомоги всім громадянам України (у межах державних гарантій);

- розвиток інфраструктури та ресурсного забезпечення охорони здоров'я, що містять фінансове, матеріально-технічне та технологічне оснащення закладів охорони здоров'я на основі інноваційних підходів і принципу стандартизації;

- наявність достатньої кількості підготовлених медичних фахівців, які спроможні вирішувати завдання, що ставляться перед системою охорони здоров'я України.

Зауважимо, що стан справ в охороні здоров'я значною мірою визначають організація інформаційної служби та наукової медичної інформації зокрема.

Збір та обробка медичної інформації на різних рівнях системи охорони здоров'я на сучасному етапі розвитку ведеться з використанням різноманітних засобів комп'ютерних технологій. Але індивідуальні електронні носії медичної інформації почали застосовуватися в різних країнах світу відносно недавно. Найчастіше там використовують спеціальні смарт-карти, до яких вноситься тільки текстова інформація обмеженого обсягу.

На початку цього сторіччя одним з авторів цього дослідження (проф. О.П. Мінцер, 2001-2005) було запропоновано свій власний варіант вирішення поставленої проблеми, що не має аналогів у світі. Його суть полягає у створенні *функціонально незалежного мобільного медичного електронного паспорта*, що дозволяє людині мати при собі необхідну інформацію стосовно її здоров'я. При цьому в МЕР міститься вся інформація від народження людини до моменту потреби в конкретних даних як пацієнта. Останнє дозволяє забезпечити прийняття кваліфікованого медичного рішення в нестандартних ситуаціях: при мандрівках людини, при втраті свідомості, в місцевості, де немає комунікацій тощо. Сучасний електронний документ, що відображає стан здоров'я, надає найкращим чином можливість забезпечити наступність медичних дій, віддзеркалити динаміку здоров'я та/або патологічного процесу у людини.

Вже на перших етапах розроблення МЕР розглядалась можливість використання у якості матеріального носія малих оптичних дисків [32, 37]. Проте, суттєвою перепоною на тому етапі стала недостатня інформаційна ємність подібних носіїв інформації, а також недосконалість розробленого системного та прикладного програмного забезпечення.

Поява нових інформаційних технологій, зокрема DVD та Blue-ray, дозволяє на окремому носіїві (компакт-диску) записати вже значно більший обсяг інформації (до 500 Мб). Але й ця місткість не дозволяла вирішувати проблеми мобільного носія інформації про здоров'я індивіда. Окрім того, новітні носії мали високу вартість. Лише в останні декілька років з'явилася можливість використання ефективних та не дорогих носіїв інформації.

Вочевидь, МЕР, у порівнянні зі звичайною (паперовою) медичною карткою, для взаємодії лікар – пацієнт має безліч переваг. Це, по-перше, компактність при великому обсязі інформації; надійність і можливість дублювання інформації, що зберігається. Слід також зазначити доступність інформації (у тому числі і для подальшої обробки), що збережена у вигляді цифрових даних; зручність роботи; забезпечення конфіденційності даних, можливість встановлення кількох рівнів доступу. Суттєве значення має можливість контролю за ходом лікування при виникненні конфліктних ситуацій.

Проголошення нової ідеології охорони здоров'я було позитивно сприйняте ВООЗ, за ініціативи якої була розпочата міжнародна компанія «Здоров'я для всіх». А на 51-й сесії (травень, 1998) країни-члени ВООЗ звернулися до всіх народів і урядів із закликом прийняти і реалізувати концепцію «Здоров'я для всіх у 21-му сторіччі». Цей документ є посібником з політики та стратегії досягнення здоров'я для населення всіх країн.

Можна стверджувати про появу нових реалій у житті людства, існування яких пов'язане з прискоренням темпів соціальних, економічних, технологічних, екологічних, кліматичних і інших змін та призводить до формування нових проблем стосовно стану здоров'я населення [14]. Наш сучасник істотно відрізняється від своїх предків: зниженням функціональних резервів органів, систем, організму в цілому, порушенням реактив-

ності і резистентності, процесів саморегуляції і репродукції (зниження кількості та погіршення якості статевих клітин), народження ослаблених нащадків тощо.

Стає очевидною необхідність формування нової стратегії охорони здоров'я, здатної відновити втрачену гармонію в діяльності механізмів самоорганізації живої системи й особи, суть якої – «управління» здоров'ям індивіда, зміцнення і гармонізація механізмів самоорганізації живої системи.

Отже, використання МЕП дійсно може принести реальну користь за рахунок моніторингу показників здоров'я людини.

Ще одним шляхом, пов'язаним у тому числі з підвищенням якості надання медичної допомоги населенню, є реєстрація кількісних показників результатів наданої допомоги, кількісних змін у стані здоров'я людини. Основні кошти, що виділяються бюджетом на охорону здоров'я, йдуть саме на лікування хворих. Але цей шлях, як виявилось, на думку експертів ВООЗ грає невелике значення, а саме 8 – 10 % в загальному комплексі чинників, що визначають стан здоров'я населення. Наприклад, в Україні встановлена повна відсутність зв'язку між оснащенням охорони здоров'я фахівцями, апаратурою та лікарськими засобами (ЛЗ), з одного боку, і показниками захворюваності та смертності – з іншого [14].

Більш того, практично неможливо простежити за характеристиками якості надання медичної допомоги. В цьому сенсі прецедент появи концепції МЕП, що містить інформацію як про надану допомогу, її якість, моніторинг стану здоров'я людини та/або являє собою ключ доступу до відповідного розділу медичної бази даних (спільної у межах країни або навіть у світових межах), не може не обумовити безліч обговорень, що охоплює не лише галузь медицини, але й юриспруденції, економіки, політики та новітніх технологій. І хоча у суспільстві формуються різні погляди на методи впровадження єдиних форм реєстрації інформації про здоров'я людини, своєчасність і необхідність впровадження даного підходу не викликає сумнівів.

Понад 40 років тому в різних країнах розпочалися роботи щодо стандартизації медичної термінології. За цей час найбільших успіхів досягли США і Великобританія. У першій були розроблені Уніфікована мова медичних систем – UMLS, та велика номенклатура медичних термінів – SNOMED, у другій – Клінічні коди Рида – RCC.

Для передавання, аналізу, архівування та збереження медичних цифрових діагностичних зображень та пов'язаної з ними медичної інформації був створений комплекс засобів та методів – PACS (Picture Archiving Communication System). Водночас використання телекомунікаційних та електронних інформаційних (комп'ютерних) технологій для надання планової та невідкладної медичної допомоги на відстані привело до виникнення нової інформаційної галузі – телемедицини.

Встановлення спеціалізованого програмного пакета на персональний комп'ютер перетворює його в автоматизоване робоче місце (АРМ) лікаря.

Існуючі сьогодні системи (електронна історія хвороби) мають два великих недоліки. Перший – проблема надійності зберігання даних і забезпечення таємності, тому що в ній використовуються лінії обчислювальних мереж через Інтернет. Другий – проблема вартості, оскільки установити нову комп'ютерну систему необхідно як у пацієнта, так і в лікарні.

У всьому світі створена достатня кількість медичних інформаційних систем, проте у практичній охороні здоров'я можливості сучасних автоматизованих інформаційних технологій використовуються обмежено. Це пов'язано зі складністю ведення медичних стандартів й уніфікації медичної документації та тим, що зазвичай кожна МІС створюється виходячи зі специфічних особливостей конкретного медичного закладу.

Проте МЕП не може розглядатися як самодостатня інформаційна система, оскільки в межах медичних закладів існують інші локальні медичні інформаційні системи, на рівні держави вже зароджується інформаційна система національного рівня – ГРІД. Стає актуальною задача аналізу взаємодії між МЕП та іншими інформаційними системами різних рівнів.

Впровадження МЕП для України матиме значний вплив не лише у галузі медицини, але й на політичний і економічний стан розвитку.



## МЕДИЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ МЕП

Співавтори даного розділу НДР: Корнелюк О.І., член-кор. НАН України, д-р біол. наук, проф.,  
Апанасенко Г.Л., д-р мед. наук, проф., Мохначов С.І., к.мед.н., Іванова Т.П., Горшков Є.В.

### 1. Структура медичної інформації в МЕП.

Інформація, що вноситься до МЕП, має бути структурованою. Авторами НДР визначена структура, що складається з 7 кластерів і 25 розділів медичних даних:

#### I. Кластер «Медико-генетична інформація».

Містить 3 розділи:

- а) догравідарна група показників;
- б) генетична інформація;
- в) показники навколишнього середовища.

#### II. Кластер «Інтегральні показники динаміки життєдіяльності індивіда».

Містить 4 розділи:

- а) динаміка факторів ризику;
- б) динаміка інтегральних факторів ризику;
- в) відображення суттєвих змін у здоров'ї людини, що можуть призвести до незворотних змін в організмі;
- г) база даних (таблиця) про фармацевтичне навантаження на організм людини.

#### III. Кластер «Показники індивідуального здоров'я».

Містить 3 розділи:

- а) інтегральні показники здоров'я;
- б) маніфестаційні показники здоров'я;
- в) непрямі показники здоров'я.

#### IV. Кластер «Негативні показники здоров'я (патологічних станів)».

Містить 11 розділів:

- а) анамнестичні дані;
- б) скарги пацієнта;
- в) інструментальні обстеження;
- г) лабораторно-біохімічні обстеження;
- д) спеціальні обстеження;
- е) хірургічні втручання;
- ж) інформація про реабілітацію;
- з) епікризна інформація;
- и) морфо-гістологічна інформація;
- к) судово-медична інформація;
- л) висновки консультантів та експертів;
- м) динаміка патологічних станів.

#### V. Кластер «Інформація для надання невідкладної допомоги індивіду».

Містить 1 розділ:

- а) група крові, основний діагноз, певні ризики тощо.

#### VI. Кластер «Статистична та соціальна інформація».

Містить 2 розділи:

- а) дані, яких потребує державна звітність (офіційна статистика);
- б) інформація, що необхідна для функціонування страхової медицини.

#### VII. Кластер «Довідкова інформація».

Містить 1 розділ:

- а) дані щодо ідентифікації індивідуального медичного паспорта, ідентифікації особи, належності людини до певних реєстрів населення (Чорнобильського, за групою діагнозів тощо).

Розглянемо найважливіші з представлених кластерів і розділів.

**2. Можливості генетичної паспортизації як методу популяційного скринінгу для діагностики захворювань та фармакогеномного аналізу.**

Серед важливих розділів інформації МЕП особливе місце займають генетичні відомості або так званий генетичний паспорт. Коротко зупинимося на його змісті.

Сьогодні, завдяки можливості спрямованого впливу на біохімічні процеси в генах, у лікарів з'явився ефективний інструмент для лікування пацієнтів, продовження життя та підвищення його якості. Перехід від краси та молодості до старості обумовлений генетично. Але, за допомогою розроблених на основі генетичної паспортизації рекомендацій з добору індивідуальної дієти та фармакотерапії, режиму руху та естетичних процедур, а також за рахунок поліпшення навколишнього середовища, оцінки істинної значимості шкідливих звичок і відмови від них, стає можливим управляти цим процесом.

Знання генетичних основ патологічного процесу забезпечує можливість визначення генетичної особливості захворювання окремого пацієнта (генодіагностика), завдяки чому можна скласти рекомендації для проведення повноцінного комплексу профілактичних заходів. Впровадження в медицину такого підходу дасть змогу розширити арсенал методів терапії, а можливо і гемотерапії. Іншими словами, з'являється науково обґрунтований метод, завдяки якому з певною мірою ймовірності можна оцінити ризик розвитку тих чи інших захворювань будь-якої людини, та, якщо виконувати спеціально розроблені профілактичні заходи, – відкласти їх прояви.

Використання діагностичних методів, заснованих на аналізі генетичних маркерів, дозволяє здійснювати ранню діагностику захворювання у пацієнтів без виражених клінічних проявів патології та своєчасно призначати адекватну терапію. Адекватність лікарської терапії залежить від індивідуальних генетичних особливостей пацієнта. Завдяки генодіагностиці у декілька разів скорочується час добору препаратів та визначення їх дозування, з'являється можливість призначити більш ефективні схеми лікування, а також знизити кількість ускладнень, пов'язаних з несприятливими лікарськими реакціями.

Спадковість, у правильному розумінні, – не гральні кубики долі. Вона, скоріш, – безліч потенцій. Яка частина з безлічі потенцій буде реалізована, визначається чинниками середовища, біографією індивіда. Тільки фанатичні прихильники міфу про генетичне визначення можуть сумніватися в тому, що життя кожної людини пропонує безліч варіантів, з яких тільки частина, ймовірно – нікчемна частина, реалізується фактично. Проблема в тому, до якого ступеня набори варіантів схожі або різні у всіх людей.

#### *Генетичний паспорт*

Генетична паспортизація — новий напрямок в медицині. Хоча визначити всі гени схильності для кожної людини поки неможливо, зараз вже технічно доступний індивідуальний аналіз по декількох десятках генів. Іншими словами, охочі знати свої генетичні характеристики можуть отримати генетичний паспорт. У нім повинна бути інформація про наявність мутацій в генах спадкових хвороб і в генах схильності до мультифакторних захворювань.

Величезний обсяг інформації, записаний в геномній ДНК людини, а також сучасні технологічні рішення дозволили сформувати нові наукові напрямки, зокрема, генотипування з можливістю створення на його основі індивідуального генетичного паспорта людини. Сьогодні повне секвенування геному досить дороге та займає багато часу. Однак для того щоб дізнатись, до яких хвороб є схильність у людини, не є необхідним секвенувати увесь її геном, достатньо „прочитати” тільки окремі його ділянки: „слова” або навіть „букви”.

Генетичний паспорт людини – це сукупність даних про наявність у геномі індивіда певних точкових змін (мутацій, поліморфізмів), або „сніпів” (від англ. SNP – single nucleotide polymorphism). SNP – однонуклеотидні позиції в ДНК, для котрих у деяких популяціях існують різні варіанти послідовностей (алелі), причому рідкісний алель зустрічається з частотою менш ніж 1%. На сьогодні виявлено більше 4 мільйонів таких імовірних точок. Це означає, що на кожен ген людини припадає декілька можливих поліморфізмів. Тому, якщо виявити тільки ці місця та не вдаватися до повного аналізу послідовності всього геному, можна зробити висновок про статус генетичного апарату індивіда. Точковий нуклеотидний поліморфізм, а також більш крупні генетичні пошкодження (делеції, хромосомні аберації) спричиняють розвиток як моногенних, так і мультифакторних захворювань.

Генетична паспортизація, або генотипування, має величезне значення для медицини. Комплекс заходів, в тому числі побудова індивідуальних генетичних карт, збирання і аналіз всієї сукупності даних щодо поліморфізму в популяції, визначення медичної значимості мутацій і, нарешті, картування захворювань по групах є однією із найактуальніших задач не тільки генетики людини, але й практичної медицини.

*Можливості генетичної паспортизації як методу популяційного скринінгу для діагностики захворювань та фармакогеномний аналіз.*

Знання генетичних основ патологічного процесу забезпечує можливість визначення генетичної особливості захворювання окремого пацієнта (генодіагностика), завдяки чому можна скласти рекомендації для проведення повноцінного комплексу профілактичних заходів. Впровадження в медицину такого підходу дасть змогу розширити арсенал методів терапії, а можливо і гемотерапії. Іншими словами, з'являється науково обгрунтований метод, завдяки якому з певною мірою імовірності можна оцінити ризик розвитку тих чи інших захворювань будь-якої людини, та якщо виконувати спеціально розроблені профілактичні заходи, – відкласти їх прояви. Використання діагностичних методів, заснованих на аналізі генетичних маркерів, дозволяє здійснювати ранню діагностику захворювання у пацієнтів без виражених клінічних проявів патології та своєчасно призначити адекватну терапію. Адекватність лікарської терапії залежить від індивідуальних генетичних особливостей пацієнта. Завдяки генодіагностиці у декілька разів скорочується час добору препаратів та визначення їх дозування, з'являється можливість призначати більш ефективні схеми лікування, а також знизити кількість ускладнень, пов'язаних з несприятливими лікарськими реакціями.

#### *Попередження остеопорозу в постменопаузі*

Можливості проведення генетичної паспортизації грають важливу роль для профілактики вікових патологічних процесів. Виявлено кореляцію між частотою переломів і алелями гена рецептора вітаміну D (VDR) – зокрема, поліморфізму BsmI. Дослідження показали, що наявність поліморфізму BsmI в гетерозиготному стані збільшує загальний ризик переломів у 1,5 раза, в гомозиготному стані – більш ніж у 2 рази. Гомозиготний поліморфізм T/T у гені колагену COL1A1 Sp1 (G/T) спричиняє у жінок значне зменшення щільності кісткової тканини шийки стегнової кістки і хребта, та у 1,4 раза збільшує ризик перелому хребта, а поліморфізм гена фARNЕСИЛДИФОСФАТСИНТАЗИ (FDPS) у жінок похилого віку на 3–7 % зменшує кісткову масу. Наявність поліморфізму Cdx2, промотора гена VDR, на 20% знижує ризик переломів хребта незалежно від статі людини. Гомозиготний поліморфізм XbaI у гені  $\alpha$ -рецептора естрогену (ESR1) зменшує загальний ризик переломів у жінок будь-якого віку на 19% (у чоловіків – на 9 %) і ризик переломів хребта – на 35% (у чоловіків – на 16%). Несприймання лактози (молочного цукру) через генетичний варіант C/C поліморфізму –13910 T/C гена лактази LCT та неусвідомлене прагнення відмовитися від молочних продуктів (клінічна картина схожа на хронічний панкреатит), призводить до значного зменшення кісткової маси та 2–5-кратного збільшення ризику переломів у людей похилого віку. Цей поліморфізм зустрічається у 1–7% популяції у Швеції, 10–18% – у Німеччині, 20–25% – у Австрії, 20–40% – у Швейцарії, 50–60% – у Греції, Іспанії та Італії, більш 75% – у Туреччині; тобто чим південніше ареал проживання популяції, тим частіше зустрічається варіант C/C. Цим пояснюється відсутність в кухні південних народів страв із свіжого молока. У разі виявлення у пацієнта вищезазначених поліморфізмів йому слід приділяти більше уваги дієті, балансу вітаміну D та кальцію, оздоровчим програмам із застосуванням раціональних режимів природної та апаратної інсоляції.

#### *Заняття спортом та фітнесом*

Здатність до силових навантажень і швидкісних видів спорту також генетично детермінована. Є чимало даних про негативні наслідки інтенсивних тренувань і навіть смерть атлетів. В теперішній час для науково обгрунтованого добору спортсменів активно вивчають особливості роботи генів, які беруть участь у руховій функції. Серед кандидатів на роль генетичних маркерів розглядають і гени, які визначають функції серцево-судинної системи: ген ангіотензиногену (AGT), ген ангіотензинконвертувального ферменту (ACE), ген рецептора I типу ангіотензину II (AGTR1), ген  $\beta$ 2-рецептора брадикініну ( $\beta$ 2BKR), ген NO-синтази (NOS). Не тільки у професіональній спортивній медицині, а і в елітних фітнес-клубах США та Японії здійснюють генетичне тестування для ухвалення правильного рішення про тренування та фізичні навантаження.

#### *Атеросклероз та тромбоемболічні захворювання*

Відомо, що атеросклероз – це гіпертрофований процес „природного” відновлення стінки судин. Перші ознаки атеросклерозу судин можна спостерігати навіть у новонароджених. З віком цей процес прогресує, але у різних людей з різною інтенсивністю. Це пов'язано з генетичними факторами, які визначають індивідуальний ліпідний та вуглеводний обмін речовин. Паління, нераціональне харчування, стрес, інфекції сприяють більш швидкому розвитку атеросклерозу. Пізні стадії атеросклерозу судин мозку призводять до інсульту і старечого слабоумства. Для цього є багато причин, але найвагоміша – генетична схильність. Ускладнення атеросклерозу і атеросклеротичного ураження судин спричинюють тромбоемболії судин. Тромбоемболічні захворювання можуть бути викликані порушенням процесів системи згортання крові. В терапевтичних стаціонарах, де переважно лікуються хворі з серцево-судинними захворюваннями, тромбоемболії (ТЕ) легеневої артерії

зустрічаються у 15–30% випадків. ТЕ у багатьох випадках є безпосередньою причиною смерті, особливо у післяопераційних хворих та хворих на рак. Встановлено, що серед хворих на рак при наявності ТЕ смертність збільшується у декілька разів, при цьому наявність емболії значно перевищує середньостатистичні показники. Причини більшості ТЕ у хворих на рак та у хворих після значних хірургічних втручань слід шукати у лікарській терапії, не узгодженій з генетичною схильністю хворого. Частота тромбозів артерій серця при інфаркті міокарда становить 70–85%. Тромбози судин мозку обумовлюють розвиток інсультів у 75–80% випадків. В останні роки у зв'язку з відкриттям раніше невідомих генетично обумовлених дефектів системи згортання крові, які сприяють тромбозу (поліморфізм фактора V (Ляйден), протромбіну та ін.), стало можливим пояснення випадків тромботичних ускладнень. Особливістю поліморфних варіантів даних генів є те, що вони можуть тривалий час ніяким чином себе не виявляти. Патологічні симптоми можуть проявитися при додаткових умовах, таких як особливості харчування, вагітність, прийом деяких ліків, спосіб життя та інші. У зв'язку з цим основною проблемою даної області сучасної медицини стає виявлення генетичних маркерів тромбофілії та обробка за допомогою фармакогноміки режимів протитромботичної терапії (дозування антикоагулянтів і тривалості їх призначення).

*Метаболізм фолієвої кислоти та пов'язані з ним захворювання.*

Роль генетичної паспортизації у сучасній медичній діагностиці яскраво ілюструють дані щодо поліморфізмів метилентетрагідрофолатредуктази (MTHFR) – ферменту, який відіграє ключову роль у метаболізмі фолієвої кислоти. MTHFR каталізує відновлення 5,10 – метилентетрагідрофолату у 5-метилтетрагідрофолат. Останній становить активну форму фолієвої кислоти, необхідної для синтезу метіоніну із гомоцистеїну і далі – утворення S-аденозилметіоніну – головного учасника метилування ДНК. Дефіцит MTHFR має не тільки тератогенний (такий, що пошкоджує плід), а й мутагенний (такий, що пошкоджує ДНК) вплив. У теперішній час відомо біля двох десятків мутацій цього гена, які порушують функцію ферменту. Найбільш вивченою мутацією є варіант, у котрому нуклеотид цитозин (С) в позиції 677 замінений тимідином (Т). Наявність гомозиготи 677Т/Т виявлено у 10–16% європейців. Поліморфізм 677Т гена MTHFR пов'язаний з чотирма групами багатofакторних захворювань: серцево-судинними хворобами, дефектами розвитку плода, колоректальною аденомою та раком молочної залози та яєчників. *Гіпергомоцистеїнемія (ГГ)*. Амінокислота гомоцистеїн є проміжним продуктом процесу синтезу метіоніну. Однією з причин надлишкового накопичення гомоцистеїну в плазмі крові – гіпергомоцистеїнемії – є порушення роботи ферменту MTHFR. Наявність гомозиготної форми 677Т/Т приводить до майже 10-кратного підвищення ризику ГГ. У пацієнтів з ГГ було відмічено позитивний рівень фолієвої кислоти та вітаміну В12, вони споживали більше кави та палили частіше, ніж здорові донори. Корекцію ГГ можна проводити додатковим введенням в раціон кофакторів, необхідних для метаболізму гомоцистеїну – фолієвої кислоти, вітамінів В12, В1 і В6. У носіїв Т/Т-генотипу MTHFR при оптимальному споживанні фолатів рівень гомоцистеїну підвищений помірно. Максимальний захист для таких людей – перехід на все життя на фолієву зеленолистову дієту, яка передбачає підвищене (не менш 500 г на добу) споживання свіжої зелені та темно-зелених яблук, зеленої капусти, шпинату, селери, а також вишні, авокадо та свіжих сирів. Необхідно виключити споживання розчинної кави, котра містить синтетичні домішки, які уповільнюють зниження рівня гомоцистеїну, і кисломолочного сиру, який містить надмірну кількість метіоніну.

*Дефекти розвитку плода.* Підвищення частоти виявлення алейя 677Т було відмічено не тільки при пізньому токсикозі (гестозі), але і при інших ускладненнях вагітності (відшарування плаценти, затримка розвитку плода, дефект нервової трубки, пренатальна смерть плода). Поєднання мутації 677Т з іншими факторами ризику призводить до підвищення вірогідності раннього викидня.

*Серцево-судинні захворювання.* При дослідженні зв'язку між мутацією 677Т та серцево-судинними захворюваннями виявлено, що гомозиготна мутація 677Т/Т зустрічається набагато частіше в групі пацієнтів, ніж у здорових донорів. У молодих пацієнтів з ішемією артерій гомозигота Т/Т зустрічається у 1,2 раза частіше. Невисокий ступінь ризику пов'язаний з гетерогенністю аналізованих вибірок населення. При дослідженні гомогенних вибірок населення (індивідуальні дослідження, а не мета-аналіз) оцінки ступеня ризику значно вищі. Так, різниця частоти виявлення гомозигот Т/Т у пацієнтів та у здорових донорів відповідала 3-кратному підвищенню ризику кардіоваскулярних захворювань у молодому віці.

*Розвиток передракових і ракових станів колоректальної ділянки.* Виявлений певний взаємозв'язок між поліморфізмами MTHFR і розвитком передракових і ракових станів колоректальної ділянки. Проведено дослідження значної групи хворих з поліпозом товстого кишечника. Визначали рівні фолату у еритроцитах і



наявність поліморфізму С677Т гена МТНFR. Отримані результати виявили зв'язок між зниженим вмістом фолату і ризиком розвитку аденоматозу. Багатофакторний аналіз показав, що паління, фолатний статус і генотип МТНFR є істотними компонентами високого ризику аденоматозу. Цей ризик виявився вельми великим у осіб з низьким рівнем фолату, які виявились носіями алеля 677Т в гомо- або гетерозиготній формі. Отримані дані вказують на взаємний вплив харчування і генних факторів при розвитку передракових станів.

*Ризик розвитку патології при хіміотерапії раку.* Поліморфізм 677Т впливає на ефективність хіміотерапії раку. Практично всі препарати цитостатичної дії, які застосовуються в протипухлинній терапії, тератогенні, зокрема метотрексат – антиметаболіт, дія котрого зв'язана з інгібуванням активності ферменту МТНFR. Дослідження невеликих вибірок хворих на рак грудей показало, що при наявності гомозиготи Т/Т ризик розвитку побічних ефектів при застосуванні метотрексату збільшується у десятки разів. Слід зазначити, що і без цієї мутації у жінки, яка отримувала метотрексат до вагітності, підвищений ризик народження дитини з хромосомною патологією. Після лікування цитостатиками, особливо при наявності несприятливого генетичного фону, в обов'язковому порядку рекомендується проведення ультразвукового сканування на різних термінах вагітності для виключення у плода анатомічних вад.

*Онкогінекологічні захворювання.* Є нечисленні дослідження генотипу МТНFR при онкогінекологічних захворюваннях. Вивчається поліморфізм С677Т гена МТНFR у великій групі єврейських жінок, хворих на рак молочної залози і яєчників, включаючи і спадкові форми, пов'язані з мутаціями генів BRCA («гени раку молочної залози»). При такому несприятливому генетичному фоні наявність у хворих Т/Т генотипу виявилось істотним чинником обтяження захворювання. Частота Т/Т генотипу була у 2 рази вища (33 % проти 17 %,  $P=0,0026$ ) серед жінок з двостороннім раком молочної залози і раком яєчника, в порівнянні з основною групою хворих. Жінки з гетерозиготним генотипом С/Т мали подвійний онкологічний ризик, а у хворих з гомозиготним генотипом Т/Т ризик був підвищений втричі, в порівнянні з контрольною групою.

Крім того, знижене споживання фолатів у дієті підвищувало генетичний ризик до п'ятикратного значення, в порівнянні з контролем.

Взаємодія поліморфізмів генів ферментів та інших біологічно активних речовин з курінням призводить до збільшення ризику розвитку різних захворювань.

Тютюнозалежність стимулює розвиток багатьох захворювань, особливо при наявності несприятливих поліморфізмів.

*Ангіотензин-конвертуючий фермент (ACE)* грає важливу роль в регуляції кров'яного тиску і підтримці балансу електролітів, також впливає на фібриноліз, активацію і агрегацію тромбоцитів. Активність ферменту у крові пов'язана з наявністю варіанту D – делеції, тобто відсутності Alu-последовності у середині інтрона гена ACE. Наявність варіанту D є чинником ризику розвитку серцево-судинних патологій. Дослідження показали, що при наявності D/D-генотипу паління підвищує ризик розвитку захворювання у 2 рази. Генотип D/D є також фактором ризику гострого інфаркту міокарда у пацієнтів молодше 50 років.

*Синтаза окиду азоту (NOS)* – фермент синтезу окису азоту, який бере участь у вазодилатації (розслабленні васкулярної мускулатури). Окис азоту впливає також на ангіогенез і згортання крові. При дослідженні молодих пацієнтів (20–28 років) було виявлено, що паління значно знижує артеріальну вазодилатацію у хворих з поліморфізмом 298D (E298D G->T).

*Протромбін (коагуляційний фактор II, або F2)* – один із головних компонентів системи згортання крові. В ході ферментативного розщеплення протромбіну утворюється тромбін. Ця реакція є першою стадією утворення кров'яних згустків. Мутація гена протромбіну G20210A характеризується заміною нуклеотиду гуаніну (G) нуклеотидом аденіном (A) у позиції 20210. Внаслідок збільшення експресії мутантного гена рівень протромбіну може бути у 1,5–2 рази вище, ніж у нормі. При виникненні тромбозів мутація 20210A часто зустрічається у поєднанні з мутацією Ляйден. Мутація успадковується за автосомно-домінантним типом. Це означає, що тромбофілія виникає навіть у гетерозиготного (G/A) носія зміненого гена. Генетичний аналіз групи пацієнток з першим інфарктом міокарда віком від 18 до 44 років показав, що варіант 20210A зустрічається в них у чотири рази частіше, ніж у групи здорових людей, що відповідає збільшенню ризику інфаркту в 4 рази. Вірогідність інфаркту особливо висока при наявності інших чинників ризику серцево-судинних захворювань. Наприклад, куріння при наявності генотипу 20210A підвищує ризик інфаркту міокарда більш ніж у 40 разів.

*m1-глутатіон S-трансфераза (ген GSTM1)* бере участь у метаболізмі електрофільних органічних речовин. Делеція гена GSTM1 (GSTM1 null) призводить до повної втрати функції ферменту. Куріння при наявності

зазначеної мутації призводить до 2,4-кратного підвищення ризику розвитку раку сечового міхура. Окрім того, аналіз генотипів пацієнтів з ішемічною хворобою серця (діагноз підтверджено ангіографією артерій) і групи здорових донорів показав, що курці з делецією GSTM1 захворюють на ІХС у 2,2 раза частіше, ніж некурці. Варіант G поліморфізму I105V (A>G) і варіант T поліморфізму A114V (C->T) p1-глутатіон S-трансферази (ген GSTP1) пов'язані з підвищеним ризиком розвитку різних форм раку.

θ1-глутатіон S-трансфераза (ген GSTT1) бере участь в детоксикації хлорметанів та інших промислових канцерогенів. Делеція гена, мабуть, є захисним чинником у некурців. Дослідження пацієнтів з раком легень показало, що у некурців наявність делеції гена GSTT1 призводить до п'ятикратного зниження ризику розвитку захворювання. У пацієнтів, що палять, делеція призводить до двократного підвищення ризику раку легень. У випадках інтенсивного куріння (більше 23 пачок на рік), у пацієнтів з делецією гена GSTT1 ризик розвитку онкологічних захворювань підвищується у 9,3 раза. Дослідження також показали, що куріння при наявності делеції гена GSTT1 призводить до п'ятикратного підвищення ризику захворювання у жінок та до триразового – у чоловіків.

На жаль, виникають труднощі не тільки медичного, але і соціального плану. Виникає багато морально-етичних і юридичних питань. Коли, в якому віці слід проводити генетичне тестування? Хто може мати доступ до його результатів? Можуть чи повинні знати про результати тестування близькі родичі? Як і де зберігатимуться результати? Зокрема, згідно з рекомендаціями комісії Європейського товариства по генетиці людини (2000, 2003), генетичне тестування повинно бути суто добровільним, проводитися тільки за наявності інформованої згоди і бути строго конфіденційним. До результатів тестування з відома пацієнта може мати доступ тільки сімейний лікар або фахівець з інтерпретації отриманих результатів. Вони ніяк не можуть і не повинні стати надбанням страхових компаній або працедавців.

Разом з тим, враховуючи зростаючий інтерес до індивідуальної генетичної схильності і, по суті, невідворотність масового тестування, багато учених висловлюють цілком обґрунтовані побоювання про непідготовленість суспільства в цілому, його правових і юридичних служб до вирішення виникаючих проблем. Виникає стурбованість тим, що з настанням ери персоналізованої медицини і превентивного лікування, коли дитина вже при народженні отримуватиме генетичний паспорт, цілком реальним може стати і “генетичний апартеїд”, тобто дискримінація людини за її генетичними ознаками. Щоб запобігти цій генетичній нерівності, законодавство повинно йти в ногу з передовими технологіями. Тільки в цьому випадку можна створити суспільство, де всі будуть рівні в правах, незалежно від стану геному, де будуть усунені всі можливості генетичної дискримінації.

У деяких країнах генетичне тестування проводять за медичними показаннями або просто як платну послугу. Відомості, записані в генетичному паспорті, є лікарською таємницею.

Якщо генетичний паспорт необхідний для здорової молоді людини, охочої знати, що за хвороби можуть чекати її в майбутньому і як запобігти їх розвитку, перш за все потрібно скласти її родовід і подивитися, на що хворіли родичі. Носійство мутацій, пов'язаних з моногенними хворобами (фенілкетонурією, муковісцидозом), можна визначати, якщо в сім'ї є подібні хворі або ж захворювання зустрічається з високою частотою в тій етногеографічній групі або у тому географічному регіоні, де живе обстежуваний. Якщо серед родичів обстежуваного є більше однієї людини з однаковою мультифакторною патологією, необхідно аналізувати гени схильності до її розвитку. За наявності чинників ризику, пов'язаних з професією або з особливими умовами середовища, потрібно тестувати гени, що мають відношення до хвороб, які провокуються саме цими чинниками.

Генетичний паспорт може бути максимально корисний, якщо результати тестування аналізуватимуться висококваліфікованим фахівцем з медичної генетики разом з сімейним лікарем.

Проте для введення в життя генетичної паспортизації необхідні не тільки технології геномів і попит на подібні послуги. Потрібні кваліфіковані фахівці-генетики, лікарі, здатні правильно інтерпретувати результати генетичного аналізу. Крім того, суспільство повинне вирішити безліч соціальних і правових питань, що стосуються застосування результатів генетичного тестування, їх конфіденційності.

Можна сподіватися, що медицина поточного століття буде заснована на знанні індивідуальних особливостей геному кожної людини. Це дозволить у багатьох випадках підібрати методи лікування і профілактики захворювань, пов'язаних з умовами середовища.

В результаті проведених досліджень до генетичного паспорта, як розділу МЕП, запропоновано включити таку інформацію:



- родовід;
- національність;
- каріотип;
- муковісцидоз, фенілкетонурія, гемофілія А, мідистрофія Дюшена, адреногенітальний синдром та інші моногенні хвороби, найбільш розповсюджені в даній популяції;
- дані про досимптомну діагностику генних хвороб з пізньою маніфестацією;
- хвороба Альцгеймера, хорея Гентингтона, нейродегенеративні захворювання, рак товстої кишки, щитоподібної залози тощо;
- дані про скринінг генів схильності;
- онкогенні, гени-провокатори мультифакторних захворювань, цукрового діабету, гіпертонії, ішемічної хвороби серця, атеросклерозу, інфаркту міокарда, аденоми та раку простати, раку легень, наркоманії, бронхіальної астми, чутливість до СНІДу тощо;
- діагноз;
- рекомендації лікаря-генетика.

Аналіз даних генетичного паспорта надасть змогу оцінити стан здоров'я людини, фактори ризику при плануванні сім'ї, враховувати індивідуальні особливості медикаментозної терапії.

### 3. Визначення підходів до раннього виявлення відхилень в динаміці показників стану організму від регіональних та популяційних моделей при довготривалому моніторингу.

Виділяють чотири основні типи перебігу хронічних захворювань: стабільний, нестабільний, прогресуючий та хвилеподібний (рис. 1). Кожний тип має свої популяційні та регіональні відмінності.

Встановлено, що за стабільного типу перебігу сума балів для кожного загострення під час диспансерного огляду за весь період спостереження була вища за початкову не більш, ніж на 15 балів. Хворих з нестабільним перебігом поділяють на дві групи. Для першої групи характерним є те, що при загостреннях захворювання сума балів збільшується більше, ніж на 15 балів, з наступним поверненням до вихідного значення. До другої групи ввійшли хворі, в яких "гострі" ускладнення виникли на фоні сприятливого перебігу захворювання.

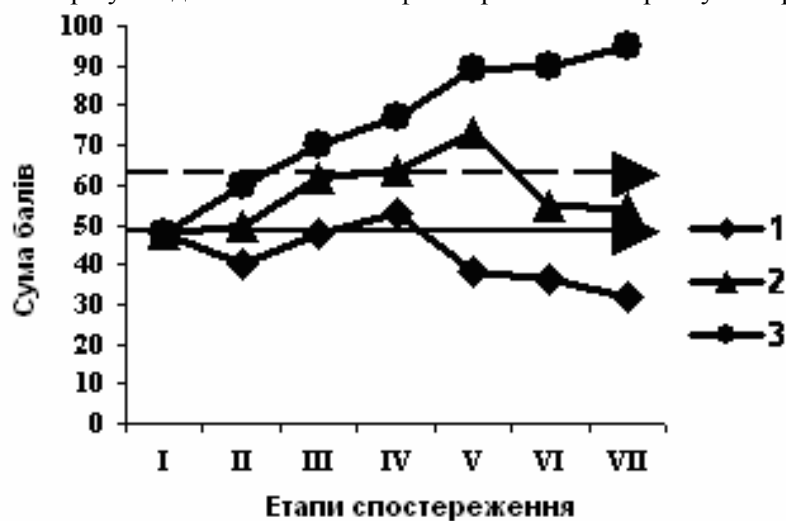


Рис. 1. Основні типи перебігу хронічних захворювань.

1 – стабільний тип; 2 – нестабільний тип; 3 – прогресуючий тип; 4 – хвилеподібний тип.

Прогресуючому перебігу притаманні збільшення суми балів більш, ніж на 15 балів, з наступною стабільністю на новому рівні чи помірне збільшення суми балів при подальшому спостереженні.

Рациональну тактику ведення хворих з хронічними захворюваннями можна подати наступним чином. Якщо в процесі спостереження за пацієнтом кількісне оцінювання його стану не перевищує початкове більш ніж на 15 балів, вважають, що консервативна терапія адекватна, показань до зміни тактики лікування немає. Збільшення суми балів більш, ніж на 15 балів при нестабільному перебігу захворювання вимагає інтенсифікації медикаментозного лікування та обов'язкової консультації відповідного лікаря для встановлення показань щодо оперативного лікування чи мотивованої відмови від нього. Виявлення прогресуючого перебігу є важливим елементом обґрунтування показань до зміни тактики ведення хворих.

Отже, в процесі моніторингу стану пацієнтів з факторами ризику різних захворювань можна виділити чотири типи перебігу хвороби: стабільний, нестабільний, прогресуючий та хвилеподібний. При стабільному перебігу рекомендується консервативна терапія, при нестабільному – інтенсифікація медикаментозної терапії, нарешті, при прогресуючому потрібна зміна методів лікування.

Звернемо увагу на необхідність впровадження уніфікованих форм реєстрації стану хворого (наприклад, короткого і наочного етапного епікризу). Вони дають змогу не тільки об'єктивно оцінити динаміку перебігу захворювання та визначити найраціональнішу тактику реабілітаційних заходів, а й значно полегшують ведення документації, звільняють лікаря від традиційних громіздких описів історій хвороби. За умови існування МЕП, наявність таких інформаційних адаптерів дає змогу постійно контролювати стан здоров'я пацієнтів з факторами ризику.

Зрозуміло, впровадження МЕП дозволить уточнити частоту факторів ризику різних захворювань, пов'язаних із зовнішнім середовищем, генетичними відхиленнями, особливостями способу життя. Використання сучасних підходів при аналізі інформації (показників відносного ризику і інформативності) надасть можливості більш об'єктивної оцінки впливу факторів ризику на виникнення захворювань і визначити пріоритетні напрямки в профілактиці патології.

Для своєчасного виявлення груп ризику пропонується наступний варіант.

На першому етапі, що проводиться лікарем, виконується розподіл на групи обліку. На основі даних опитування й огляду лікар виділяє 4 групи обліку: I – здорові, які не мають явної патології, з мінімальним ризиком виникнення конкретного захворювання, II – група ризику, це практично здорові, але мають ризики виникнення конкретного захворювання, III – група пацієнтів з 3 – 4 ступенем ризику виникнення конкретного захворювання, IV група – з наявністю проявів захворювання.

При першому рівні здоров'я, не зважаючи на наявність окремих факторів ризику, організм у цілому адаптований до існування в навколишньому середовищі, не має видимої патології. Це значить, що комплекс факторів навколишнього середовища поки відповідає вимогам гомеостазу організму.

Для підтримки такого рівня здоров'я необхідно виконувати загальногігієнічні вимоги і нівелювати дію наявних факторів ризику додатковими гігієнічними заходами: при надлишковій вазі – відповідна дієта, при контакті із професійними шкідливостями – строге виконання режиму праці, при наявності в минулому захворювань – відповідні реабілітаційні заходи. Рівень здоров'я II групи характеризується відсутністю конкретного захворювання, організм пацієнтів адаптований до умов навколишнього середовища, однак наявність певного числа факторів ризику обумовлює нову якість здоров'я (знижені індивідуальні можливості) на відміну від попередньої групи. Крім того, можлива наявність супутніх захворювань створює більш високу можливість виникнення у них конкретного патологічного процесу. Тому в останні роки широко обговорюється питання про доцільну періодичність проведення профілактичних обстежень. Вважаємо за доцільне більш часто проводити обстеження подібних пацієнтів. Вважаємо, що періодичність спостереження для осіб, що не ввійшли в групу ризику, повинна бути 1 раз на рік, для осіб II групи – не рідше 1 разу на шість місяців. Підставою до цього можуть слугувати результати проведеного епідеміологічного дослідження. Спостереження за хворими третьої групи вважаємо необхідним проводити за принципами *систем управління ризиками*.

Зауважимо, що формування епікризу, що віддзеркалює стан здоров'я в МЕП, здійснюється автоматично в відповідності з заздалегідь сформованими картами ризику. Ця відмінність медичного електронного паспорта і надає унікальні можливості для практичної охорони здоров'я. Дійсно, для лікаря достатньо складно вилучити всі показники з різних методів обстеження, тим більш отриманих в різних лікувальних закладах, що теоретично можуть свідчити про ризик виникнення різних захворювань.

Системне обґрунтування стану здоров'я пацієнта та зіставлення існуючих факторів ризику з популяційними та регіональними моделями в динаміці – за суттю, найважливіший принцип ефективності технології МЕП. Саме він дозволить відчути велику практичну користь від застосування МЕП.

#### **4. Обґрунтування системи “Внутрішнього моніторингу” станів пацієнтів в МЕП.**

В якості головного механізму оптимізації тактики ведення пацієнтів багатьма вченими розглядається оцінювання ризику.

Клінічний моніторинг як система спостереження, аналізу, оцінки й прогнозування стану здоров'я хворих, є, з одного боку, засобом управління ризиками, а з іншого – системою, що надає відомості про реальний вплив факторів ризику.

Концепція оцінки ризику практично всіма вченими розглядається в якості головного механізму оптимізації тактики ведення пацієнтів.

На сьогоднішній день системи оцінки ризику (наприклад, шкала SCORE для пацієнтів з ішемічною хворобою серця, що рекомендована для застосування у країнах Європи), не дозволяє оцінювати зміну ризику при корекції деяких модифікованих факторів, таких як рівень загального холестерину, артеріального тиску, куріння тощо. На практиці не використовуються диференційні схеми зміни тактики лікування та профілактичних заходів в залежності від динаміки патологічного процесу, зміни як окремих факторів, так і сумарної оцінки важкості стану пацієнта.

Слід зауважити, що всебічна оцінка ризику впливу на здоров'я всіх потенційних факторів хоча й бажана, але реально нездійсненна, особливо на етапі первинної медико-санітарної допомоги. У зв'язку із цим аналіз зазвичай проводиться на основі детального дослідження обмеженого числа пріоритетних показників.

Методологію оцінки і управління ризиками можна розглядати у якості одного з основних елементів клінічного моніторингу.

Пропонується система моніторингу та управління факторами ризику хворих, що складається з двох кластерів – таких, що базуються на класичних дослідженнях в амбулаторних умовах та в рамках спеціалізованих установ. Особливістю подібної системи є застосування нових факторів ризику, так званих трендових, що відображають особливості динаміки показників та часу експозицій факторів ризику. Другою особливістю є вивчення оперативних індивідуальних коефіцієнтів кореляції між простими та високоінформативними факторами ризику для отримання індикативних показників.

Підкреслимо, що оптимізація роботи лікаря в сучасних умовах щільно пов'язана з виявленням контингенту населення з факторами ризику виникнення захворювань на етапі первинної профілактики та виявлення захворювання при умові відсутності обізнаності пацієнта про наявність у нього патологічного процесу, запобігання розвитку ускладнень та побічної дії фармакологічних препаратів на етапі вторинної профілактики з метою подальшої диспансеризації таких пацієнтів та моніторингу їх стану.

Застосування МЕП може дозволити вирішення цієї задачі при застосуванні простих зрозумілих підходів.

*Методи формального опису динаміки клінічних показників у завданнях класифікації.*

У характеристиці стану пацієнта одним з найважливіших методів є дослідження динаміки параметрів, тому що тільки в цьому випадку можна виявити істотні процеси, пов'язані з її забрудненням. Однак, дотепер не розроблені коректні методики оцінки змін. У відомій мірі таке положення обумовлене більшою кількістю показників, що становлять сотні, навіть якщо враховувати тільки широко відомі й один етап дослідження.

Одним з можливих і методично найбільш пророблених шляхів рішення даної проблеми є апроксимація ряду значень показника  $x(x_1, x_2, \dots, x_n)$  функцією  $F(x)$  і подальша класифікація у безлічі  $\{F(x)\}$ , що представляє собою функціональні залежності зміни безлічі показників. При цьому виникає, однак, цілий ряд труднощів й, насамперед, у питанні про інтерпретації поняття «динаміка показника». Можна дати кілька шляхів формалізації динамічних змін деякого показника ( $x$ ) функціонального стану організму. Зупинимося на відносних його змінах. Подібний підхід до оцінки змін припускає вибір деякої точки, щодо якої виробляється вимір значень показника.

Нехай параметр стану пацієнта  $x$  описується в часі деякою послідовністю точок  $a_1, a_2, a_3, a_4, \dots$  (рис. 2). Дані точки відповідають значенням розглянутого параметра на певних етапах 1, 2, 3, 4, ...,  $n$  дослідження середовища. Виберемо деяку довільну точку  $a'$  (рис. 3), щодо якої будемо робити відлік значень. Потім введемо відносні величини:

$$\frac{a_{1x}}{a'_x}, \frac{a_{2x}}{a'_x}, \frac{a_{3x}}{a'_x}, \dots, \frac{a_{ix}}{a'_x}, \dots,$$

де  $a'_x, a_{1x}, a_{2x}, a_{3x}, a_{ix}$  – значення змінної  $x$  у точках  $a', a_1, a_2, a_3, a_i$  і позначимо їх через  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots$

Визначимо події:

1.  $m_2 \text{ £ } d_i \text{ £ } m_1$
2.  $d_i \text{ £ } m_1$
3.  $d_i \text{ £ } m_2$

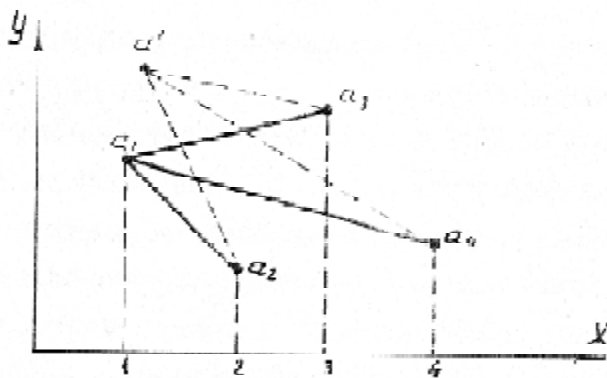


Рис. 2. Опис динаміки відносно першої точки.

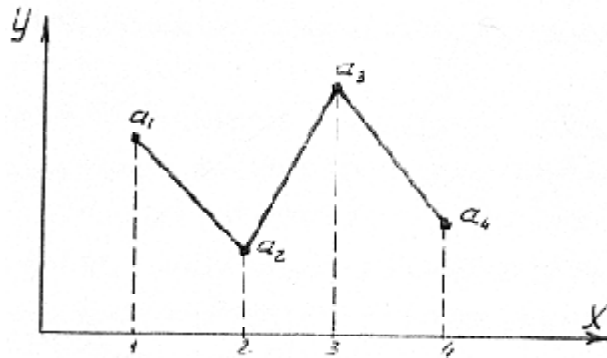


Рис. 3. Опис динаміки від етапу до етапу.

де  $i=1,2,\dots,n$ ;  $m_1, m_2$  – верхні й нижні граничні значення. Введемо далі побуквенне кодування певних подій алфавітом  $B_k=\{\beta_j\}=\{\beta_1, \beta_2, \beta_3\}$ , де  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  позначає відповідно події 1, 2, 3. Тоді зміни параметра  $x$  на етапах дослідження можна виразити словом  $B$ , що представляє собою відображення

$\{\alpha_i\} \rightarrow \{\beta_j\}$ , де  
 $i=1, 2,\dots, n$ ; ( $n$ ) – число етапів,  
 $j=1, 2,\dots, k$ ; ( $k$ ) – кількість введених подій.

У розглянутому конкретному випадку уведено три події.

Наведений аналіз динаміки показника  $x$  представляє загальний випадок. На практиці більш доцільно вибрати відлікову точку, рівну одному зі значень  $x$ , наприклад  $a' = a_1$ . На рис. 2 загальний випадок представлений пунктирною лінією, а випадок рівності  $a' = a_1$  – суцільною. При  $a' = a_1$  динаміка  $x$  буде розглядатися щодо вихідного значення  $x$  (на першому етапі). При цьому перший етап є дослідженням в умовах стаціонарного стану середовища, то такий випадок найбільш повно відповідає існуючим концепціям оцінки його стану.

Перейдемо тепер до іншого варіанта опису процесу динаміки показника  $x$ . За аналогією з розглянутим випадком введемо відповідні відношення:

$$a_2 = \frac{a_2}{a_1}, a_3 = \frac{a_3}{a_2}, a_4 = \frac{a_4}{a_3}, \text{ у загальному випадку } a_i = \frac{a_i}{a_{i-1}}.$$

Отже, на кожному етапі значення показника порівнюється з таким на попередньому етапі.

Розглянемо ще один випадок. Нехай параметр  $x$  описується у часі значеннями  $a_{x1}, a_{x2}, a_{x3}, \dots, a_{xm}$ . У безлічі значень  $\{a_{ix}\}$  знайдемо  $a_{x\min}$  й  $a_{x\max}$ . Діапазон зміни параметрів  $a_{x\min}-a_{x\max}$  представимо у вигляді  $m$  діапазонів. Далі визначимо можливі варіанти поведінки параметра  $x$  у такий спосіб:

1.  $a_{x\min} \leq a_{xi} < a_{x\min} + \frac{a_{x\max} - a_{x\min}}{m}$
2.  $a_{x\min} + \frac{a_{x\max} - a_{x\min}}{m} \leq a_{xi} < 2 \frac{a_{x\max} - a_{x\min}}{m} + a_{x\min}$
- ...
- m.  $a_{x\min} + (m-1) \frac{a_{x\max} - a_{x\min}}{m} \leq a_{xi} \leq a_{x\max}$

Код, що відповідає динаміці показника  $x$  ( $B$ ), буде визначений на множині:  $\{1,2,\dots,m\}$ .

Було розглянуто три способи оцінки динаміки показника. Перший з них відображає поведінку показника щодо довільної точки; більш повно відповідає практично цілям його модифікації, коли опис ведеться щодо вихідного значення показника, тобто значення на першому етапі пацієнта. Передбачається, що цим етапом є експериментальні виміри в періоди стаціонарної й стабільної зміни параметрів. Другий спосіб оцінює динаміку від етапу до етапу, тобто на кожному наступному етапі обстеження проводиться порівняння з попереднім

етапом. І, нарешті, останній спосіб припускає аналіз динаміки процесу щодо всього розмаху зміни параметра; назвемо його «масштабна сітка» (рис. 4).

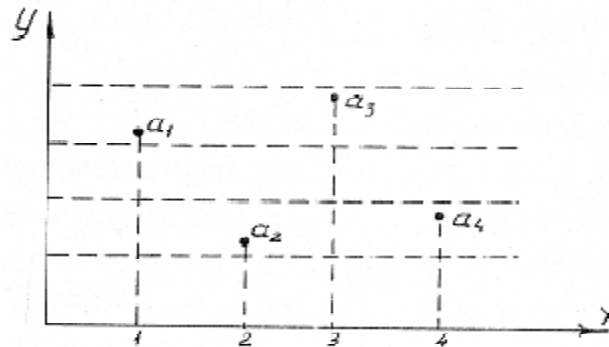


Рис. 4. Опис динаміки «масштабна сітка».

У підсумку вдається з різних сторін оцінити динаміку показників, що описують стан навколишнього середовища й з'ясувати, який із трьох способів у конкретному випадку дозволяє найбільш повно визначити природу розходжень їх поведінки.

Тобто, за допомогою простих систем кодування можна оцінити динаміку процесу, тобто охарактеризувати моніторинг стану пацієнта з урахуванням всього розмаху змін параметрів.

Пропонується використати схему кодування, згідно якої динаміка показників на визначених часових проміжках позначається цифрами 1, якщо є різниця з еталонною кривою в бік зменшення значення фактора ризику, 0 – різниці немає або існує різниця в бік погіршення показника (наприклад, збільшення артеріального тиску). Отже, динаміка змін систолічного артеріального тиску у пацієнта А може бути виражена наступною послідовністю символів – 100001. Використовуючи даний спосіб кодування процесів, нам вдалося кількісно охарактеризувати динаміку показників стану кожного пацієнта.

Для підтвердження цієї гіпотези можливе використання поняття відстані за Хемінгом між двома послідовностями  $d(X, Y)$ , яке визначалося як число всіх компонентів послідовностей, які співпадають.

Невід'ємна функція  $d_1(X, Y)$  називається відстанню або метрикою в деякій множині  $E$ , якщо для будь яких елементів  $X, Y, Z \in E$  виконуються наступні умови:

$$d_1(X, Y) = 0 \text{ тоді й тільки тоді, коли } X = Y; \quad 2) \quad d_1(X, Y) = d_1(Y, X); \quad 3) \quad d_1(X, Y) \leq d_1(X, Z) + d_1(Y, Z).$$

В загальному вигляді відстань за Хемінгом задається в вигляді:

$$d_H(X_i, X_j) = \sum_{s=1}^P |x_i^{(s)} - x_j^{(s)}|$$

Так, відстань за Хемінгом між векторами 00111 і 10101 дорівнює 2 (рис. 5).

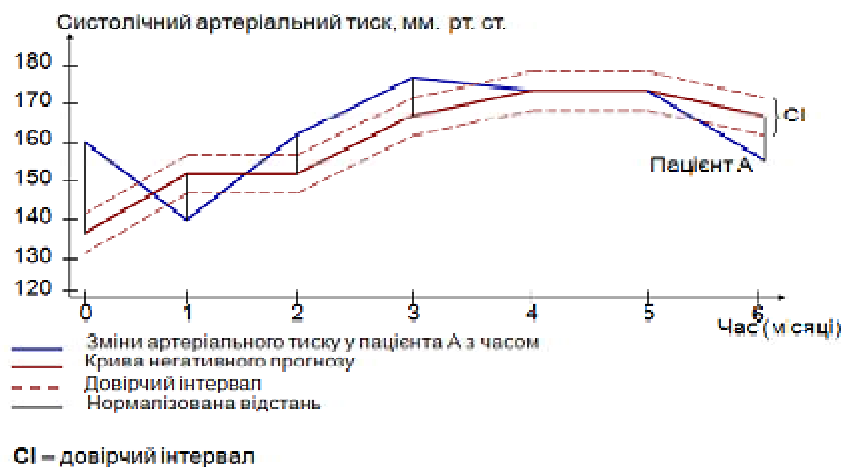


Рис. 5. Оцінка ризику (приклад).



Ефективним є використання методу кодування процесу від одного часового етапу до іншого. При його використанні легко вдається зіставляти довгі послідовності чисел, що відображають динаміку процесу.

Для прийняття рішень зазвичай обґрунтовуються відповідні пороги  $\alpha$  та  $\beta$ , причому  $\beta$  значно більше  $\alpha$ . Якщо порівняння здійснюється з еталонною кривою сприятливого результату, рішення щодо несприятливого результату приймається при значенні нормованої відстані більше більшого з порогів ( $\beta$ ). Сприятливий результат прогнозується при значенні  $d$  менше  $\alpha$ . Нарешті, якщо маємо нерівність  $\alpha < d < \beta$ , робимо висновок, що має місце невизначеність. Аналогічно здійснюється процес прийняття рішень при зіставленні  $d$  зі значеннями еталонної кривої сприятливого результату розвитку хвороби, але розглядаються зворотні нерівності: висновок щодо несприятливого перебігу хвороби робиться при  $d < \alpha$ .

У прикладі, що розглядається нами, нормована відстань дорівнює  $2 \sqrt{6} = 0,33$ . При порозі прийняття рішень, що дорівнює 0,4, можна зробити висновок, що ризик ІХС великий. Отже, використання методу кодування процесу від одного часового етапу до іншого є достатньо ефективним.

### **5. Формування вторинної структури щодо інформації про призначені лікарські засоби протягом життя людини.**

В умовах впровадження медичного електронного паспорта громадянина України та суттєвого збільшення різноманітної фармацевтичної інформації (наприклад, інтенсивного розширення номенклатури лікарських засобів на фармацевтичному ринку України), потреба в об'єктивних, структурованих і доступних даних, які б накопичувалися протягом життя людини, є надто актуальною проблемою.

Слід також враховувати, що обсяг призначених пацієнтові ЛЗ з часом змінюється. Так, наприклад, наслідки від застосування у дитинстві ЛЗ, що змінюють флору кишечника (зокрема, антибіотиків) може проявитися через багато років. Тому інформація про ЛЗ, що міститься в МЕП, повинна бути класифікована та структурована в системі (наприклад, за допомогою логіки HTML).

Відомо, що до ЛЗ належать:

- діючі речовини (субстанції); готові ЛЗ (лікарські препарати, ліки, медикаменти);
- гомеопатичні засоби;
- засоби, що використовуються для виявлення збудників хвороб, а також боротьби із збудниками хвороб або паразитами; лікарські косметичні засоби та лікарські домішки до харчових продуктів;
- готові ЛЗ (лікарські препарати, ліки, медикаменти) – дозовані ЛЗ у тому вигляді та стані, в якому їх застосовують;
- діючі речовини (субстанції) – біологічно активні речовини, які можуть змінювати стан і функції організму або мають профілактичну, діагностичну чи лікувальну дію та використовуються для виробництва готових ЛЗ;
- допоміжні речовини – додаткові речовини, необхідні для виготовлення готових ЛЗ;
- наркотичні лікарські засоби – лікарські засоби, віднесені до наркотичних;
- отруйні ЛЗ – ЛЗ, віднесені до отруйних Міністерством охорони здоров'я України;
- сильнодіючі ЛЗ – ЛЗ, віднесені до сильнодіючих Міністерством охорони здоров'я України;
- радіоактивні ЛЗ – ЛЗ, що застосовуються в медичній практиці завдяки їхній властивості до іонізуючого випромінювання.

Більш повна класифікація, що використана при конструюванні МЕП, наведена в додатках до НДР.

### **6. Показники навколишнього середовища.**

Проблеми збереження і зміцнення здоров'я населення в сучасних умовах реформування соціально-економічних засад розвитку суспільства набувають особливої актуальності. Науково-технічний прогрес, швидкі темпи урбанізації супроводжуються зростанням техногенного навантаження на екологічну систему, збільшенням негативного впливу чинників довкілля на здоров'я населення. У зв'язку з цим проблеми забезпечення здорового довкілля та зменшення негативного впливу антропогенного забруднення на здоров'я людини стають одним з пріоритетних напрямів політики в охороні здоров'я. Саме на це націлює Європейська хартія з навколишнього середовища та охорони здоров'я (1989 р.), Хельсінська декларація дій з охорони навколишнього середовища і здоров'я в Європі (1994 р.).

Загальні проблеми екологічних факторів довкілля, з одного боку, та стан здоров'я індивідуума чи популяції, з іншого, постійно привертають увагу дослідників світу. Але взаємозв'язок, що існує між здоров'ям населення і чинниками ризику, у т.ч. пов'язаними із проживанням в умовах забруднення довкілля, є надзвичайно складним. Внаслідок цього досить різним є сприйняття чинників ризику населенням і відповідно застосуван-



ня профілактичних заходів. Підходи, що запропоновані в багатьох дослідженнях (WHO, 2002; WHO 2008; Pershagen G., 1999 тощо), в більшості характеризуються феноменологічним підходом. Більше того, як правило, в них рідко застосовуються характеристики здоров'я у взаємозв'язку з середовищем проживання. Лише в поодиноких роботах визначені кореляційні зв'язки між показниками, що вивчаються. До останніх можна віднести дослідження [М.Г. Мельніченко] (2005), де автор прослідковує зв'язок між забрудненням навколишнього середовища та захворюванням населення крупного промислового міста.

Сьогодні особливою проблемою є науково обґрунтовані підходи до використання технологій превентивної медицини, що в світі є найгострішими. Особливе місце займають дослідження, що дають, з одного боку, параметри екологічної кон'юнктури, а з другого – параметри здоров'я населення. Причинно-наслідкові зв'язки в такому підході ще не вивчені в такій мірі, щоб дати можливість формувати профілактичні заходи.

В умовах зазначеного велике значення повинно надаватися системі моніторингу стану довкілля та управління ризиками (рис. 6).

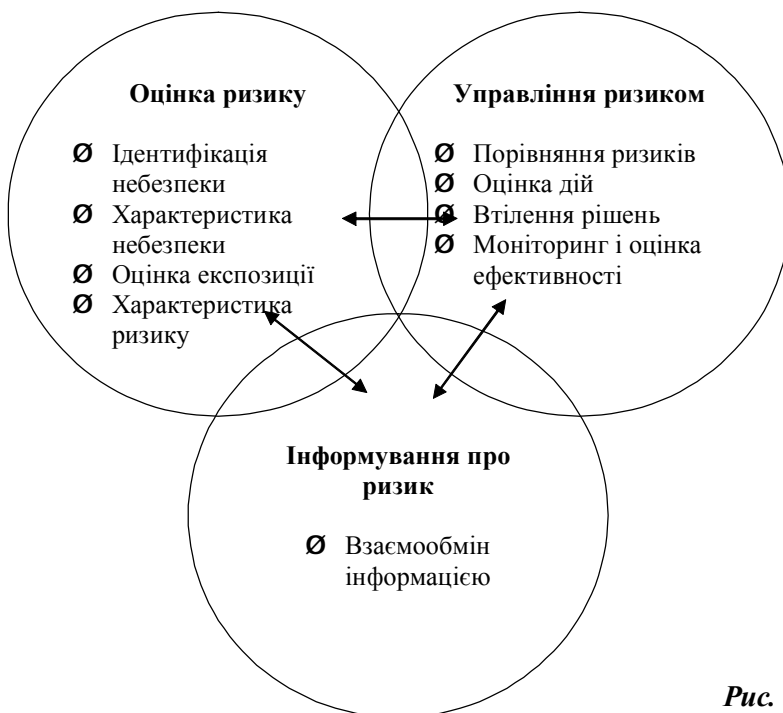


Рис. 6. Схема аналізу ризику для здоров'я.

Слід підкреслити, що МЕР надає всі можливості оцінити не тільки ризик для здоров'я людини, пов'язаний безпосередньо з екосистемою, але й ризик, пов'язаний з порушенням якості й умов життя.

#### Інформаційні аспекти оцінки ризику.

Для оцінки взаємозв'язку між впливом фактора ризику та частотою захворювань порівнювали значення обраного показника в досліджуваній і контрольній групах.

Використовували чотири види оцінки ефекту:

1. Відносний ризик (ВР), що показує у скільки разів захворюваність осіб, що перебувають під впливом, вища, ніж тих, що не перебувають під впливом, тобто кратність підвищення захворюваності в популяції (суб-популяції) при наявності даного фактора.
2. Додатковий (атрибутний) ризик або різниця ризиків (АР), що характеризує вибіркочну захворюваність, пов'язану з розповсюдженням факторів ризику.
3. Додатковий популяційний ризик, що характеризує захворюваність у популяції, пов'язану з поширенням факторів ризику.

Додатковий ризик оцінюється як захворюваність для осіб, які піддавались впливу фактора ризику, за винятком захворюваності для осіб, які не піддавались цьому впливу. Він показує, зокрема, яка частка захворювань обумовлена впливом даного фактора. Якщо допустити, що вихідна захворюваність пов'язана з іншими причинами, то додатковий ризик – це додаткові випадки розвитку захворювання, обумовлені впливом фактора ризику. При такій ситуації фактор ризику повинен розглядатися як причина хвороби, а не як її маркер.

4. Додаткова частка популяційного ризику, що показує частку випадків захворювання в популяції, обумовлену впливом факторів ризику.

Додатковий ризик визначається, як захворюваність для осіб, що перебувають під впливом фактора ризику, за винятком захворюваності для осіб, що не перебувають під цим впливом. Він показує, зокрема, яка частка захворювань обумовлена впливом даного фактора. Якщо допустити, що вихідна захворюваність пов'язана з іншими причинами, то додатковий ризик – це додаткові випадки розвитку захворювання, обумовлені впливом фактора ризику. При такій ситуації фактор ризику повинен розглядатися як причина хвороби, а не як її маркер. З огляду на спосіб обчислення додаткового ризику його також називають різницею ризиків.

Важливо представляти, що поняття відносного ризику, тобто відношення захворюваності серед осіб, які піддавалися й не піддавалися впливу факторів ризику, не несе інформації про величину абсолютного ризику (захворюваності). Навіть при високих значеннях відносного ризику абсолютний ризик може бути зовсім невеликим, якщо захворювання рідкісне. Відносний ризик показує силу зв'язку між впливом і захворюванням. Він служить мірою впливу факторів ризику, що важливо при вивченні етіології хвороби. Відносний ризик може змінюватися від 0 (у випадку, коли хвороба зустрічається тільки в одній групі) до нескінченності (якщо хвороба виникає тільки в групі, яка піддається впливу досліджуваного фактора) і дорівнює 1 за умови, що фактор взагалі не впливає на розвиток хвороби, тобто значення показників у досліджуваній і контрольній групах рівні.

Оскільки додатковий ризик відображає додаткову ймовірність захворювання, його застосування як індивідуального показника ризику в більшості клінічних ситуацій більш інформативне порівняно з відносним ризиком. З іншого боку, відносний ризик краще показує силу причинного зв'язку.

Одним зі способів перевірки гіпотези про істотність розходжень у ризику є розрахунок логарифмів довірчих інтервалів так званого коригованого відносного ризику з наступним переходом до нормальної шкали. Використання логарифмів ризику спрощує підрахунок стандартної помилки, необхідної для визначення довірчих інтервалів. При порівнянні трьох методів визначення нижньої границі довірчого інтервалу для відносного ризику при низьких рівнях захворювання й більших обсягів вибірок виявилось, що найбільшу точність при комп'ютерному моделюванні дає логарифмічне перетворення, що приводить розподіл оцінки  $R$  до нормального розподілу.

Приймалося до уваги, що якщо вплив фактора ризику сприяє розвитку хвороби, то відносний ризик перевищує 1.

Що стосується відношення ймовірностей розповсюдженості, що обчислюється аналогічно відношенню ймовірностей розповсюдження, то цей показник використали як оцінку співвідношення поширеності у випадку, якщо воно при даній хворобі низьке. У певних ситуаціях його й інтерпретували як коефіцієнт поширеності.

Застосовували також оцінку атрибутивного ризику на основі методу парних порівнянь. Дані заносили в таблицю й обчислювали оцінки відносного ризику та атрибутивного ризику, а також асимптотичні оцінки стандартних відхилень цих показників.

Для того, щоб визначити ризик у досліджуваному контингенті населення (або в популяції), що піддається впливу фактора ризику, обчислювали популяційний додатковий (атрибутивний) ризик як добуток додаткового ризику на розповсюдженість фактора ризику. Як відомо, цей показник відображає додаткову захворюваність, пов'язану з фактором ризику, тобто додаткову частку контингентного ризику. Останню розраховували шляхом розподілу додаткового популяційного ризику на загальну захворюваність у популяції.

Введемо поняття дуального моніторингу. Під ним будемо розуміти таке безперервне спостереження за станом здоров'я населення, при якому здійснюється дуальне управління за станом навколишнього середовища.

У свою чергу, під дуальним управлінням маємо на увазі класичне його визначення.

Дуальне управління (ДУ) – форма управління, при якій керуючі впливи служать одночасно для вивчення керованого об'єкта і для приведення його до оптимального стану.

Як відомо, ДУ використовується в таких ситуаціях, коли точно невідомі закони поведінки досліджуваного об'єкта, а також немає достатньої початкової інформації, щоб заздалегідь розрахувати оптимальний закон управління. Саме такі випадки й мають місце при вивченні впливу забруднення навколишнього середовища на здоров'я населення.

У теоретичних дослідженнях, як правило, користуються терміном «система з неповною інформацією», для якої апріорно відомі не самі впливи, а лише статистичні характеристики випадкових вхідних впливів. Принцип дії цих систем полягає в тому, що вони накопичують відсутню інформацію вже під час роботи. Подібні системи одержали назву оптимальних систем з незалежним нагромадженням інформації через те, що процес

нагромадження не залежить від алгоритму керуючого пристрою. У системі ДУ передбачається активне вивчення випадкових характеристик об'єкта управління, які змінюються.

Отже, на вхід об'єкта подаються "вивчаючі" впливи, а реакція об'єкта аналізується керуючим пристроєм. У результаті, впливи, що управляють, використовуються не тільки для управління об'єктом, але одночасно і для його вивчення. При цьому основою для побудови алгоритму роботи керуючого пристрою є теорія статистичних рішень, а показником якості – математичне очікування загальної функції втрат, що називають середнім ризиком.

Дуальне управління та моніторинг здійснювали на підставі визначення факторів ризику й обчислення додаткового (атрибутивного) ризику.

Вочевидь, обсяги вимірювань залежать від речовин та характеру діяльності підприємств. Уявлення про кількість щорічних вимірювань в місті Києві, а також поблизу підприємств дають рис. 7 і 8.

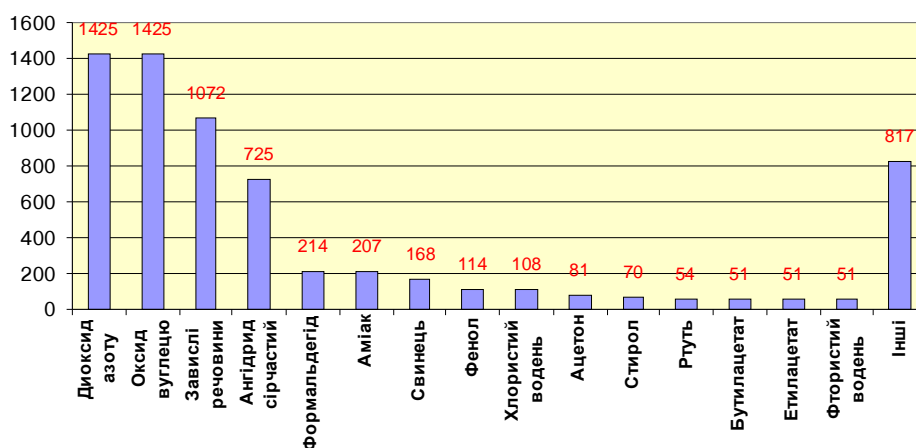


Рис. 7. Кількість вимірювань по забруднюючих речовинах у рік.

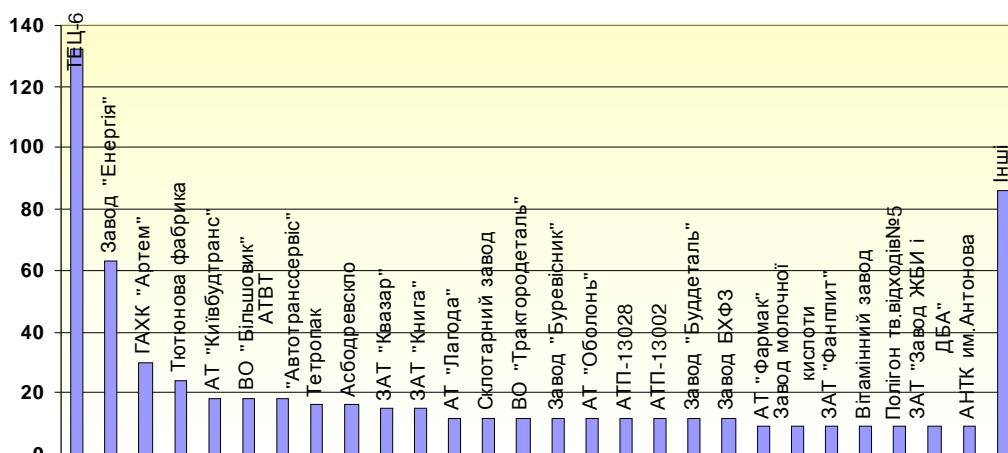


Рис. 8. Кількість вимірювань концентрації двоокису азоту в атмосферному повітрі поблизу підприємств у рік.

Контроль забруднення атмосферного повітря м. Києва забезпечувався 21-м постом спостереження. Забруднення атмосферного повітря Шевченківського району контролювалось стаціонарними постами спостереження забруднення (ПСЗ) № 7 та № 8 Центральної геофізичної обсерваторії Держкомгідромету України. Крім того, для контролю забруднення повітря використовувались дані експедиційних вимірів лабораторій районних та Київської міської санітарно-епідеміологічної станції (СЕС).

Проводився відповідний математичний аналіз матеріалів досліджень.

Спостереження за вмістом основних забруднюючих речовин (пил, двоокис сірки, окис вуглецю, двоокис азоту) проводились на всіх стаціонарних ПСЗ міста, а за вмістом специфічних (окис азоту, розчинні сульфати, сірководень, фенол, фтористий водень, хлористий водень, аміак, формальдегід, бенз(а)пірен, важкі метали: залізо, кадмій, марганець, мідь, нікель, свинець, хром та цинк) на окремих постах з урахуванням викидів промислових підприємств, розташованих поблизу ПСЗ і магістралей з інтенсивним рухом автотранспорту.

**Фактори ризику для здоров'я населення серед показників стану навколишнього середовища.  
Концептуальна основа.**

Навколишнє середовище багатьох міських населених пунктів спотворене локалізованими районами економічної депривації та втрати стійкості, зокрема, тих, що деградували й прийшли в запустіння або периферійних зон, де екологічний збиток і соціальна ізоляція ідуть поруч. Це місця, що “функціонально деградували”, з поганими житловими умовами, недостатністю оснащення й устаткування систем життєзабезпечення, з незадовільними соціальними умовами. Були виявлені значні розходження в захворюваності й смертності між районами, що характеризуються невпорядкованістю і процвітаючими, заможними районами. Просторові ефекти та наслідки поляризації в деяких містах є настільки виразними, що з'явилися описи так званих “розділених міст”.

Як наслідок, населення міст підпадає під вплив цілого ряду факторів ризику, в основному, пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища. При цьому *фактори ризику* відображають та у значній мірі залежать від основних соціально-економічних умов. Будь-яка стратегія, спрямована на зміцнення здоров'я окремих людей, повинна враховувати ці фактори.

Концепція оцінки ризику практично у всіх країнах світу й міжнародних організаціях розглядається в якості головного механізму розробки й прийняття управлінських рішень як на міжнародному, державному або регіональному рівнях, так і на рівні окремого виробництва.

Підкреслимо, що здоров'я людини залежить не тільки від факторів ризику, пов'язаних з навколишнім середовищем. Сучасна методологія порівняльної оцінки ризику передбачає паралельний розгляд ризиків для здоров'я, екологічних ризиків, обумовлених порушенням екосистем і шкідливими впливами на водні і наземні організми (крім людини), ризиків зниження якості й погіршення умов життя.

Слід зауважити, що всебічна оцінка ризику впливу на здоров'я людини *всіх* потенційно шкідливих речовин хоча й бажана, але реально нездійсненна через великий обсяг дослідження й необхідних матеріальних ресурсів, а також через відсутність адекватних даних про рівні впливу й потенційної небезпеки ряду хімічних сполук. У зв'язку з цим, аналіз, зазвичай, проводиться на основі детального дослідження обмеженого числа пріоритетних (індикативних) речовин, які щонайкраще характеризують реальний ризик для здоров'я населення.

Взаємозв'язок, що існує між здоров'ям людини і навколишнім середовищем, є надзвичайно складним. Крім того, деякі фактори ризику виходять за рамки можливого їх контролю з боку окремої особи (наприклад, вдихання забрудненого атмосферного повітря на міській вулиці). Зрозуміло, що основні тенденції поширеності факторів ризику з боку навколишнього середовища та їх вплив на кількісні показники популяційного здоров'я ще недостатньо вивчені. Існують лише окремі статистичні дані, орієнтація на які повинна формуватися із застереженнями. Тому досить неоднозначним виявляється сприйняття фактора ризику населенням і відповідне вживання профілактичних заходів.

Зрозуміло, що при оцінці наявних хіміко-аналітичних даних, має здійснюватися адресна прив'язка постів спостереження та потенційних джерел забруднення з місцями проживання населення. Зазначене дозволяє наочно оцінити можливість екстраполяції даних, отриманих у конкретному місці відбору проб, на всю досліджувану територію. При цьому особлива увага приділяється місцям локального хімічного забруднення навколишнього середовища та правомірності використання отриманих хіміко-аналітичних даних у “гарячих точках” для характеристики рівнів експозиції на всій досліджуваній території.

В той же час, при проведенні оцінки ризику вихідне орієнтування на заздалегідь обмежене число індикативних речовин приводить до значних невизначеностей оцінки результатів і ускладнює вибір оптимальних способів управління ризиком.

Отже, необхідна система управління ризиками, що дозволяла б обґрунтовано виявляти пріоритетні проблеми, пов'язані з навколишнім середовищем, ранжирувати ризики, джерела їхнього утворення, шляхи надходження хімічних речовин в організм, а також робити аналіз всіх невизначеностей для обґрунтування висновків і рекомендацій, необхідних для управління ризиком.

Використовували принципи дуального управління (ДУ), тобто таку форму управління, при якій керуючі впливи служать одночасно для вивчення керованого об'єкта і для приведення його до оптимального стану.

Як відомо, ДУ використовується в таких ситуаціях, коли точно невідомі закони поведінки досліджуваного об'єкта, а також немає достатньої початкової інформації, щоб заздалегідь розрахувати оптимальний закон управління. Саме такі випадки й мають місце при вивченні впливу забруднення навколишнього середовища на здоров'я населення.

Підкреслимо, що у теоретичних дослідженнях, зазвичай, користуються терміном «система з неповною інформацією», для якої апріорно відомі не самі впливи, а лише статистичні характеристики випадкових вхідних впливів. Принцип дії цих систем полягає в тому, що вони накопичують відсутню інформацію вже під час роботи. Подібні системи одержали назву оптимальних систем з незалежним нагромадженням інформації. У системі ДУ передбачається активне вивчення характеристик об'єкта управління, що змінюються.

На вхід об'єкта подаються “вивчаючі” впливи, а реакція об'єкта аналізується керуючим пристроєм. У результаті, впливи, що управляють, використовуються не тільки для управління об'єктом, але одночасно і для його вивчення. При цьому основою для побудови алгоритму роботи керуючого пристрою є теорія статистичних рішень, а показником якості – математичне очікування загальної функції втрат, що називають середнім ризиком.

В межах дослідження користувалися також логікою дуального моніторингу, тобто безперервного спостереження за станом здоров'я населення, при якому здійснювалося дуальне управління за станом навколишнього середовища.

Дуальне управління та моніторинг здійснювали на підставі визначення факторів ризику й обчислення додаткового (атрибутивного) ризику.

Підкреслимо, що дуальний моніторинг ризиків може виявитися ефективним способом вибору точок контролю, контрольованих хімічних речовин, установлення достатньої періодичності відбору проб тощо. Зрозуміло, що використовуватимуться не тільки виміри концентрацій численних хімічних речовин, що визначають ризики для здоров'я населення на даній території, але й *прямі* (безпосередньо пов'язані з оцінюваними ризиками для здоров'я) або *непрямі* індикатори якості середовища перебування людини. Останні досить добре відображають сукупне хімічне навантаження на населення.

Зауважимо, що подібна стратегія пов'язана з державним і регіональним регулюванням, впровадженням стандартів і захистом навколишнього середовища. При цьому норми регулювання й стандарти можуть використовуватися для перебудови й переорієнтації економічної діяльності на охорону навколишнього середовища й зміцнення здоров'я. Хоча регулювання й забезпечує рамки, в яких може відбуватися економічна діяльність, багато секторів виробництва вже усвідомлюють, що правильною практикою ведення справ є забезпечення такого положення, при якому їхня економічна діяльність буде охороняти навколишнє середовище й зміцнювати здоров'я.

Регулюючі процедури варто широко використовувати для зменшення забруднення та утворення відходів.

Соціально-гігієнічний моніторинг як державна система спостереження, аналізу, оцінки й прогнозу стану здоров'я населення й середовища перебування людини, а також визначення причинно-наслідкових зв'язків між станом здоров'я населення й впливом факторів середовища перебування людини є, з одного боку, засобом управління ризиками (у тому числі, шляхом моніторингу експозицій і ризиків, динамічного спостереження за прямими і непрямими індикаторними показниками), а з другого, – системою, що надає відомості про реальні концентрації хімічних речовин в об'єктах середовища перебування людини, факторах експозиції.

Отже, методологію оцінки ризику можна розглядати в якості одного з основних, системоутворюючих елементів соціально-гігієнічного моніторингу. Важливу роль оцінка ризику відіграє в оптимізації відбору пріоритетних факторів для моніторингу, визначенні показників для контролю експозицій, обґрунтуванні вибору індикативних показників, засобів вимірювання, їх періодичності.

Моніторинг передбачає організацію на базі сучасних інформаційних технологій ієрархічного процесу збору, обробки, аналізу, збереження і видачі інформації для забезпечення динамічної оцінки стану навколишнього середовища та здоров'я населення, визначення прогнозу і прийняття обґрунтованих управлінських рішень, спрямованих на поліпшення довкілля та здоров'я.

Навколишнє середовище та здоров'я: ідентифікація небезпеки.

В останні роки набули поширення кількісні оцінки *небезпеки*, тобто здатності хімічного, фізичного, біологічного агента або сукупності певних факторів завдати шкоди живому організму. Отже, небезпека є результатом фактичного або потенційного впливу хімічної сполуки та залежить від експозиції й специфіки конкретних умов впливу.

Ідентифікація небезпеки передбачає встановлення на якісному рівні вагомості доказів здатності того чи іншого агента викликати певні шкідливі ефекти у людини.

У науковому відношенні ідентифікація небезпеки представляє собою процес встановлення причинного зв'язку між впливом хімічної речовини й розвитком несприятливих ефектів для здоров'я людини, що передбачає



поглиблений аналіз усіх наявних наукових даних про особливості поведінки його в навколишньому середовищі й впливу на організм людини. Ідентифікація небезпеки є не тільки початковим, але й ключовим етапом оцінки ризику, коли мають бути визначені граничні оцінки ризику.

Приймаючи до уваги виключну значимість стадії ідентифікації небезпеки, вважаємо доцільним проводити її в три етапи.

На першому етапі проводиться оцінка існуючих (визначених) факторів ризику. Другий етап присвячується оцінці факторів ризику, що прогнозуються за даними моніторингу. Третій – основний етап полягає у зіставленні існуючих і прогнозованих факторів. Саме він дає можливість визначити валідність експериментальних даних. Головним при цьому слід вважати ідентифікацію закономірностей першого та другого етапів шляхом зіставлення аналізу факторів ризику і вихідних параметрів системи, що вивчається (в даному випадку – показників здоров'я населення).

Основний принцип оптимальності розпізнавання ситуації, ідентифікації небезпеки й управління ризиками може бути сформульований так: термінове розпізнавання – прогнозування загрозливого стану (ЗС) і вибір такого управляючого впливу (УВ) з наявних ресурсів, що забезпечував би мінімальну ймовірність реалізації загрози. Під ЗС варто розуміти виникнення такого стану навколишнього середовища, що може становити реальну небезпеку здоров'ю людей.

Якщо обраний вплив буде недостатнім, то загрозливий стан буде прогресувати; якщо УВ буде надлишковий, то він стає економічно не вигідним. Варто зазначити, що основний принцип оптимальності все-таки допускає проведення зайвих активних дій у всіх випадках, коли ризик небезпеки перевищує задалегідь задану величину, що є припустимою платою за зниження числа небезпечних помилок, пов'язаних з недооцінкою ситуації.

З формальної точки зору система ідентифікації небезпеки (СІН) вирішує наступні три завдання:

1) ідентифікація (діагностика) стану середовища в момент часу  $t_0$  й у попередні моменти  $t$ , тобто визначення комплексу факторів  $\{\tau(t \in t_0)\}$ ;

2) прогноз реалізації погроз  $\{h\}$  на тимчасовому інтервалі  $[t_0, t_0+D]$  при відомому комплексі факторів  $\{\tau(t \in t_0)\}$  і можливих на заданому тимчасовому інтервалі керуючих впливів  $\{r\}_p, \dots, \{r\}_n$ ;

3) вибір оптимального керуючого впливу плану дій, що мінімізують ймовірність реалізації загроз.

У припущенні про статистичну природу факторів ризику формула Байеса принципово дозволяє обчислити ймовірність реалізації загроз  $P(\{h\}/\{\tau\}, \{r\}_i)$  на інтервалі  $[t_0, t_0+D]$ . Потрібно визначити такий план  $\{r\}$ , щоб ймовірність реалізації загроз на даному інтервалі була мінімальною. Оптимальний план, а точніше кажучи “задовільний” план, шукається в класі управлінь, що складаються із двох частин – стратегії  $\{r/R_s\}$  і тактики  $\{r/R_t\}$ . Наприклад, стратегія управління може складатися з припинення дії фактора (наприклад, закриття підприємств, що забруднюють навколишнє середовище), а тактика – у регламентації умов праці або життєдіяльності. Надалі під стратегією будемо розуміти вибір того чи іншого рівня допомоги – РД, відповідно,  $R_s = \{RD_1, RD_2, \dots, RD_k\}$ .

По аналогії нами був запропонований спеціалізований багаторівневий класифікатор УВ. У загальному випадку кількість рівнів й їхній зміст визначається характеристиками регіонів і ступенем забруднень, а також обраними доменами.

При багаторазовому рішенні однотипного завдання й достатній доказовій базі можуть бути розроблені Стандарти й протоколи дій санітарно-гігієнічної служби. При цьому будемо вважати, що відмінність протоколу від стандарту полягає в тому, що стандарт передбачає опис обов'язкового рівня допомоги, тоді як протокол містить положення рекомендаційного характеру.

На підставі стандартів і протоколів може бути розроблений детальний план дій за назвою «*Стратегічний план дій* (СПД)». Для клінічних завдань аналогічна проблема одержала назву «Критичного шляху».

Програма побудови СПД передбачає максимальний ступінь формалізації очікуваних результатів (ОР) керуючих дій. ОР відіграють у плані роль «контрольних точок», які дозволяють здійснювати поточний моніторинг процесу. Прагнення до максимальної формалізації спричиняється можливістю ефективного використання інтелектуальних інформаційних систем.

Введемо поняття ефективного плану, що має місце тоді й тільки тоді, коли кожна його дія та заходи припустимі для конкретної ситуації; виконані всі необхідні заходи, немає надлишкових, чи таких, що приводять до незапланованих результатів, а також таких, які б скасовували результати попередніх дій. Стверджується, що ефективний план є формальною моделлю СПД.



Під негативним процесом будемо розуміти стан динамічної загрози, яка зростає до реалізації при недостатньому управлінні та зменшується до прийнятного рівня (ліквідації) у протилежному випадку. Відповідно до даного визначення негативний процес у кожен момент часу  $t$  визначається як сукупністю вже наявних ризиків  $\{d(t)\}$ , так і можливими загрозами  $\{h(t)\}$  при обраному рівні управління  $\{r(t)\}$ .

Для числової характеристики стану середовища введемо поняття інтенсивності процесу погіршення стану середовища (ІППСС), що позначимо через  $\gamma(t)$ . ІППСС може являти собою ступінь загрози для здоров'я населення в найближчі  $X$  годин з виявленими факторами ризику (наприклад, з ішемічною хворобою серця тощо). Схему обчислення ІППСС задамо в такий спосіб:

$$VPVt \{ \tau(t), \{d(t)\}, \{r(t)\}, \{h(t)\} \text{ @ } B3 \text{ @ } \gamma(t)$$

Конкретне значення ІППСС вибирається з деякого домена. ІППСС може вимірюватися в балах, відсотках, нечіткими лінгвістичними змінними тощо. Головною особливістю показника ІППСС є його інтегральний характер, що включає оцінку поточного стану й прогноз. З урахуванням доменів, можна записати:

$$VPVt \text{ B3: } \{ \tau/T \}, \{ d/D \}, \{ r/R \}, \{ h/H \} - \gamma(t)/G$$

Приклад: "Оцінка ІППСС для зараженої місцевості";

$G_1 = [0...5]$  балів;

$G_2 = \{ \text{Інтенсивність помірна (ускладнення малоімовірні)}; \text{Інтенсивність висока (можливе виникнення хоча б одного із ускладнень)} \}$ .

В якості відображення  $\{ \dots \} > \gamma(t)/G_1$  може бути взята елементарна лінійна функція  $F = \sum_{i=1}^n X_i$ , де  $X_i$  – бали ознак. При значенні  $F$  не менше 3 покладається  $\gamma(t)/G_2 =$  «Інтенсивність висока», у протилежному випадку:  $\gamma(t)/G_2 =$  «Інтенсивність помірна».

В роботі запропоновано користуватися спеціальною шкалою ризиків. Якщо  $P_2$  – імовірність більше небезпечного стану  $A_2$ , а  $P_1$  – імовірність менш небезпечного стану  $A_1$ , то можна вважати, що загроза зростає при підвищенні ймовірності  $P_2$  у порівнянні з імовірністю  $P_1$ , тобто при зростанні величини  $P_2/P_1$  або її логарифму  $\lg(P_2/P_1)$ . Весь спектр можливих значень логарифма становить шкалу ризику.

Інтенсивність зміни навколишнього середовища визначається за окремими факторами або в цілому за їх сумою.

До числа недоліків або, точніше, обмежень алгоритму подібного аналізу, належить те, що він є бінарним (альтернативним) і при вирішенні багатоальтернативних завдань вимагає дихотомічного (поетапного) розгляду. Отже, він виходить із припущення про незалежність ознак й у звичайному варіанті не використовує інформацію про зв'язок ознак, тобто інформацію про симптомокомплекси. Можливі варіанти, які використовують цю інформацію, але вони застосовуються досить рідко через труднощі їхнього синтезу.

Розглянемо зміну показника ІППСС залежно від зміни рівня управління, що відповідає за стратегію. Нехай на тимчасовому відрізку  $[t-D, t]$  підприємство змінює рівень перебудови виробництва  $PД(t)$ , а на відрізку  $[t, t+D_2]$  рівень перебудови  $PД(t^+)$ . Таким чином, у момент часу  $t$  відбувається стрибкоподібна зміна рівня перебудови. У рамках кожного фіксованого РД показник ІППСС яким-небудь чином змінюється зі зміною загального стану середовища. У момент часу  $t$  показник ІППСС міняється також стрибкоподібно. Величина розриву визначається значеннями  $g(t)$  і  $g(t^+)$ .

Показник ІППСС має наступну важливу властивість: якщо  $PД(t^+) > PД(t)$ , то  $\gamma(t^+) < \gamma(t)$ . Навпаки, якщо  $PД(t^+) < PД(t)$ , то  $\gamma(t^+) > \gamma(t)$ . На рис. 9 показана динаміка зміни показника ІППСС залежно від зміни рівня виконання підприємством санітарних приписів.

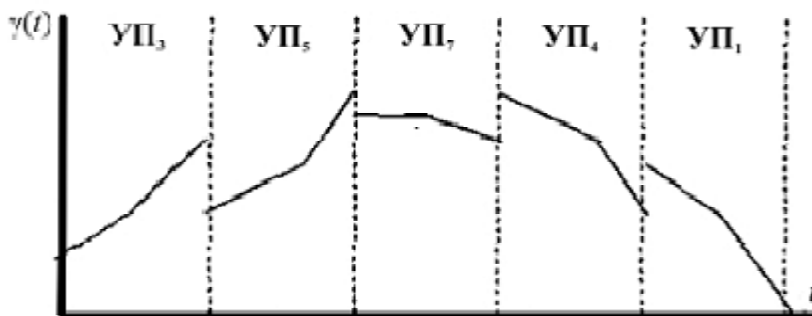


Рис. 9. Динаміка зміни показника ІППСС.

Для кожного РД<sub>i</sub> можуть існувати пороги  $\gamma_i^+$  й  $\gamma_i^-$ , які визначають доцільність переходу відповідно на більш високий РД (наприклад, РД<sub>i+1</sub>) чи більш низький РД (наприклад, РД<sub>i-1</sub>). Вибір порогів істотно залежить від принципу оптимальності діагностики й заходів, яким керується санітарна служба.

У забезпеченні безпечного навколишнього середовища беруть участь два суб'єкти: санітарна служба й підприємства (очевидно, що лікар представляє інтереси санітарної служби). У кожного суб'єкта є свої багато в чому суперечливі інтереси й критерії ефективності, а також специфічні обмеження:

Критерії підприємства:

Час\_Діагностики > min

Вага\_Проблеми > min

Інакше кажучи, результатом роботи ІС повинні бути кортежі, що містять набори тестів або заходів з відповідними оцінками за критеріями:

Час\_Лікування > min

Обмеження підприємств (ситуативні):

Витрати\_Підприємств < C

Дискомфорт = «Відсутній» v «Незначний»

Критерії санітарної служби:

Якість Діагностики > max

Вага\_Проблеми > min

Витрати\_Підприємств > max

Ресурси\_Підприємств > max

Обмеження суб'єктів забезпечення якості навколишнього середовища

Наявність ресурсів

Відхилення\_Від\_Стандартів = «Відсутні» v «Незначні»

Вартість послуг погоджена з ринковими факторами.

Мінімізація ваги проблеми означає: відсутність несприятливих впливів при функціонуванні промислових підприємств, мінімальний обсяг викидів від автотранспорту тощо.

*Ризик для здоров'я людини оцінювали з точки зору ймовірності розвитку захворювання або загрози здоров'ю майбутніх поколінь, що обумовлена впливом факторів середовища перебування.*

Особливістю дослідження була спроба кількісно оцінити ефективність заходів щодо покращення навколишнього середовища шляхом вивчення динаміки *потенціальних показників небезпеки*.

Аналіз динаміки забруднення атмосферного повітря центрального району м. Києва показав, що не дивлячись на спад виробництва в спостережувані роки та відсутність шкідливих промислових підприємств у центрі міста, має місце значне забруднення атмосферного повітря хімічними речовинами техногенного походження. Вміст багатьох шкідливих домішок атмосферного повітря значно перевищував гранично допустимі концентрації (ГДК), не мав тенденції до зниження, а навпаки, зростав. Все це створило несприятливу екологічно-гігієнічну ситуацію й могло б обумовити появу негативних змін у здоров'ї населення.

Аналіз результатів впровадження програми покращення стану навколишнього середовища в центральному районі та місті в цілому за останні 7 років (1998 – 2005 рр.) за 13 шкідливими речовинами показав, що середньорічні концентрації шкідливих речовин по 6 з них мають стійку тенденцію до зниження в останні три роки.

Концентрації пилу зменшились у 2002-2005 рр. відповідно на 7-18%, діоксиду сірки на 10-30%, діоксиду азоту на 2-4%, бенз(а)пірену на 10-40%, хоча, починаючи з 2001 року концентрації бенз(а)пірену, діоксиду азоту та оксиду вуглецю зросли на 25% порівняно з минулими роками.

Вміст хлористого водню зменшився у 1994 – 1998 рр. на 35-40%, аміаку на 53-65%, фенолу – на 31-52% та формальдегіду – на 11-65%, але, починаючи з 1999 року значення концентрацій хлористого водню, фенолу та формальдегіду почали помітно підвищуватись.

За іншими домішками суттєвих змін не спостерігалось.

Важливі висновки були зроблені щодо аналізу тенденцій факторів ризику. На рисунку показана динаміка окису вуглецю (СО) протягом останніх 7 років. Не спиняючись на хвильових добових коливаннях, звернемо увагу на місячні тенденції. Якщо середній рівень СО залишається майже стабільним і суттєво не перевищує значення ГДК, то пікові значення показника можуть значно її перевищувати. Не важко підрахувати, що коливання рівня забруднення окисом вуглецю відносно середньої кількості складає до 200-300%. Подібне явище

має місце для обох точок замірів. Зрозуміло, що визначення впливу в подібних випадках на основі середньо-місячних характеристик дає великі помилки.

Вочевидь, можливо було б вивчати час експозиції. Але ж отримати валідну інформацію стосовно часу експозиції для конкретного мешканця практично неможливо.

Отже, негативні зміни стану навколишнього середовища є одними з найвагоміших факторів у погіршенні стану здоров'я населення. Факторіальне навантаження стану навколишнього середовища в аналізі впливу різних факторів на здоров'я населення досить суттєве і складає  $0,55 \pm 0,04$ . Подібне погіршення може також стати індикативним показником для ідентифікації небезпеки для здоров'я людини.

Широке застосування міжсекторальних підходів для вирішення медико-санітарних проблем населення можливо в більшій мірі зможе забезпечити поліпшення навколишнього середовища. Мають також впроваджуватися принципи системного підходу.

Ідентифікація небезпеки при оцінці стану навколишнього середовища має проводитися шляхом зіставлення наявних і прогнозних характеристик забруднення довкілля.

Важливим елементом комплексної оцінки небезпеки навколишнього середовища можуть бути дисперсійні характеристики параметрів його стану.

### **7. Класифікація діагностичних моделей.**

Загальноприйнятий в сучасній медицині підхід характеризує у багатьох випадках лише одну сторону альтернативи "здоровий-хворий". Вважається, що діагноз "здоровий" обґрунтований, якщо не виявлені ознаки маніфестації патологічного процесу, а всі показники функцій знаходяться в межах фізіологічної норми.

Навіть за наявності однієї альтернативи "здоровий-хворий" існує принаймні чотири стани: здоров'я – оптимальна стійкість до дії патогенних агентів, фізична, психічна і соціальна адаптивність до змінних умов життєдіяльності; передхвороба – можливість розвитку патологічного процесу без зміни сили чинника (чинників), що діє, унаслідок зниження резервів здоров'я із ознаками саморозвитку процесу; стан, що характеризується наявністю патологічного процесу без ознак маніфестації; хвороба – патологічний процес, що маніфестує у вигляді клінічних проявів, відображається на соціальному статусі індивіда.

Зауважимо, що при формах опису існуючих хвороб дати характеристику здоров'я або виділити зазначені стани неможливо.

В наших дослідженнях були прийняті три типи моделей, що пов'язані з:

А. Нозологічною діагностикою.

Б. Донозологічною діагностикою.

В. Діагностикою здоров'я за прямими показниками.

Вибір моделі (діагностичний підхід) залежить від мети діагностики й визначає сукупність діагностичних прийомів (методик обстеження), на які спирається діагноз. *Стан одного і того ж пацієнта може бути описаний різними діагностичними моделями.* При цьому головними є не сукупність використовуваних ознак, а логіка їх інтерпретації й інтеграції при виробленні кінцевого діагностичного висновку. З цих позицій можна по-новому сформулювати поняття діагнозу: діагноз – логічна формула, що відображає стан індивіда, виражений в поняттях сучасної медичної науки.

*Донозологічна діагностика.* Охарактеризувати стадію адаптації можна трьома параметрами: рівнем функціонування системи, ступенем напруги регуляторних механізмів і функціональним резервом. Зазначені підходи і використані для характеристики донозологічних станів – стадій адаптаційного процесу. Стани адаптаційного потенціалу, що в той же час виділяються, хоча певною мірою і характеризують здоров'я, все ж таки це швидше результуюча взаємодія організму з навколишнім середовищем. Можна уявити собі індивіда з високим рівнем здоров'я, що потрапив в екстремальну виробничу або побутову ситуацію, котра призвела до зриву адаптації, не дивлячись на значні резерви функцій. З іншого боку, у хворого на стадії ремісії хронічного соматичного захворювання (наприклад, хронічної пневмонії) визначатиметься стадія задовільної адаптації, хоча рівень здоров'я у нього буде достатньо низьким.

*Діагностика здоров'я за прямими показниками.* До сьогодні найбільш поширені дві моделі діагностики рівня здоров'я за прямими показниками: визначення біологічного віку і оцінка енергопотенціалу на рівні організму. Обидві вони характеризують біологічну функцію виживання – один з основних проявів здоров'я. Без підтримки цієї функції решта проявів здоров'я неможлива.

Проведені дослідження дозволили створити формалізовану систему оцінки рівня соматичного здоров'я (табл. 1, 2), що складається з ряду простих показників, які ранжовані, а кожному рангу привласнений бал, що відображає ступінь зв'язку даного показника з кінцевим результатом тесту. Загальна оцінка соматичного здоров'я визначається сумою балів.

**Таблиця 1.** Експрес-оцінка рівня соматичного здоров'я (чоловіки)

Показник	Рівень здоров'я				
	низький	нижче середнього	середній	вище середнього	високий
Індекс маси тіла					
$\frac{\text{маса тіла, кг}}{(\text{зріст, м}^2)}$	18,9 і менше (-2)	19,0-20,0 (-1)	20,1-25,0 (0)	25,1-28,0 (-1)	28,1 і більше (-2)
$\frac{\text{ЖЄЛ}}{\text{маса тіла}}, \text{ мл / кг}$	50 (-1)	51-55 (0)	56-60 (1)	61-65 (2)	66 (3)
Динамометрія					
$\frac{\text{кисті}}{\text{маса тіла}}, \%$	$\leq 60$ (-1)	61-65 (0)	66-70 (1)	71-80 (2)	$>80$ (3)
$\frac{\text{ЧСС} \cdot \text{AT}_{\text{суст}}}{100}$	$\geq 111$ (-2)	95-100 (-1)	85-94 (0)	70-84 (3)	$\leq 69$ (5)
Час, хв, відновлення ЧСС після 20 присідань	$\geq 3$ (-2)	2-3 (1)	1,30-1,59 (3)	1,00-1,29 (5)	$\leq 59$ (7)
Загальна оцінка рівня здоров'я, сума балів	$\leq 3$	4-6	7-11	12-15	16-18

**Таблиця 2.** Експрес-оцінка рівня соматичного здоров'я (жінки)

Показник	Рівень здоров'я				
	низький	нижче середнього	середній	вище середнього	високий
Індекс маси тіла					
$\frac{\text{маса тіла, кг}}{(\text{зріст, м}^2)}$	16,9 і менше (-2)	17,0-18,6 (-1)	18,1-23,8 (0)	23,9-26,0 (-1)	26,1 і більше (-2)
$\frac{\text{ЖЄЛ}}{\text{маса тіла}}, \text{ мл / кг}$	$<40$ (-1)	41-45 (0)	46-50 (1)	51-56 (2)	$<56$ (3)
Динамометрія					
$\frac{\text{кисті}}{\text{маса тіла}}, \%$	$\leq 40$ (-1)	41-50 (0)	51-55 (1)	56-60 (2)	$\geq 61$ (3)
$\frac{\text{ЧСС} \cdot \text{AT}_{\text{суст}}}{100}$	$\geq 111$ (-2)	95-110 (-1)	85-94 (0)	70-84 (3)	$\leq 69$ (5)
Час, хв, відновлення ЧСС після 20 присідань	$>3$ (-2)	2-3 (1)	1.30-1.59 (3)	1.00-1.29 (5)	$\leq 59$ (7)
Загальна оцінка рівня здоров'я, сума балів	$\leq 3$	4-6	7-11	12-15	16-18

Отже, оцінюється лише один з проявів здоров'я – біологічна функція виживання. Перевага представленої діагностичної системи – доступність для середнього медперсоналу, мала трудомісткість (10-12 хвилин на одного пацієнта), відсутність необхідності у складному устаткуванні – є підставою для її використання при масових обстеженнях населення.

*Рівень соматичного здоров'я і старіння.* За даними штаб-квартири ООН, кожного місяця мільйон жителів Землі переходить рубіж 60-річного віку, а понад 100 тисяч рубіж 80 років. Ці показники за останні роки неухильно зростали, і подібна тенденція збережеться і в майбутньому.

У зв'язку з цим багатьом країнам доведеться орієнтуватися в своїх планах розвитку на людей більш зрілого віку, бо процес старіння населення є історичною зміною, яка вимагає змін в стилі життя окремої людини, сім'ї, країни, регіону.

Вважається, що розвиток, зростання і старіння організмів – процес наближення до кінцевого стаціонарного стану, що супроводжується зменшенням питомої швидкості теплопродукції (теорія Пригожина - Віам). З етапу оогенезу відбувається безперервний процес “старіння” біосистеми - зниження швидкості теплопродукції. Швидкість “старіння” найбільша на ранніх стадіях розвитку, найменша - на кінцевих етапах онтогенезу. Досягнення кінцевого стаціонарного стану означає смерть. Починаючи з 25 років у людини зниження питомої швидкості теплопродукції складає 3,0-7,5 % на кожних 10 років (рис. 10). В основі цього явища – зміна активності ферментів, концентрації мітохондрій у клітинах тощо. А це означає, що індивіди рухаються до свого стаціонарного стану з різною швидкістю, в різному віці переходячи межі “безпечного” рівня здоров'я.

#### Методологічні принципи теорії індивідуального здоров'я.

При загальному знайомстві з предметом своєї діяльності лікареві загрожує перспектива загубитися в масі інформації, деколи в дуже вузьких і специфічних напрямках цієї науки, і відчуті їх відчуженість від пізнання цілісної людини. Фрагментарність накопиченої інформації – як наслідок захоплення аналітичними дослідженнями – є тим принциповим недоліком, який можна подолати, використовуючи методологію теорії здоров'я для побудови з океану розрізнених фактів нового знання про медико-соціальну природу людини.

Абсолютно очевидно, що як показники, що кількісно характеризують рівень індивідуального здоров'я, можуть використовуватися тільки ті, що пов'язані з його сутнісними характеристиками. До них відносяться показники, що в тій або іншій мірі відображають діяльність механізмів самоорганізації живої системи – адаптації (Р.М. Баєвський, 1973; О.Г. Сорокин із співавт., 1996; М.П. Захарченко і ін., 2002, 2003 і ін.), гомеостазу (Ю.В. Мазурін із співавт., 1991; О.П. Мінцер, 1993 і ін.), реактивності (Л.Х. Гаркаві із співавт., 1990, 1996) тощо. Як показники рівня здоров'я переважно використовуються характеристики проявів здоров'я, оскільки вони відображають взаємодію багатьох механізмів самоорганізації живої системи – життєздатності (Г.Л. Апанасенко, 1985, 1992 і ін.), ефективності виконання соціальної функції (Г.Л. Апанасенко, 2000).

На жаль, пропонуючи нові методики діагностики здоров'я, деякі автори не указують на їх зв'язок з сутнісними його характеристиками або невірно трактують ці зв'язки. Ілюстрацією невірного трактування, що реалізуються в практиці діагностики здоров'я, є тест МКК (м'язово-кардіальної кореляції). Суть його полягає у визначенні коефіцієнтів лінійної кореляції між показниками деяких функцій. Чим вищі ці коефіцієнти, тим більше виражена, на думку авторів, інтеграція функцій, тим рівень здоров'я вищий. Насправді – все навпаки. Молодість і здоров'я, всупереч ортодоксальним уявленням, характеризуються нерегулярністю і непередбачуваністю ритму фізіологічних функцій. Чим вище коефіцієнти кореляції між показниками різних функцій, тим більше напруга в системі, тим менше “ступенів вибору” для неї за постійно змінних умов існування особи. Показано, наприклад, що погіршення умов виробництва, поява складних елементів у виробничому процесі приводять до зростання і зміцнення кореляційних зв'язків між показниками функцій працюючих. У спортсменів, за даними авторів тесту МКК, показники нижчі, ніж у молодих здорових людей, а випадків «відхилень» в стані здоров'я (вихід показників функцій за межі «норми») – більше. В той же час добре відомо, що резерви функцій спортсмена, його стійкість до екстремальних дій на порядок вищі, ніж у здорових людей, що не займаються спортом.

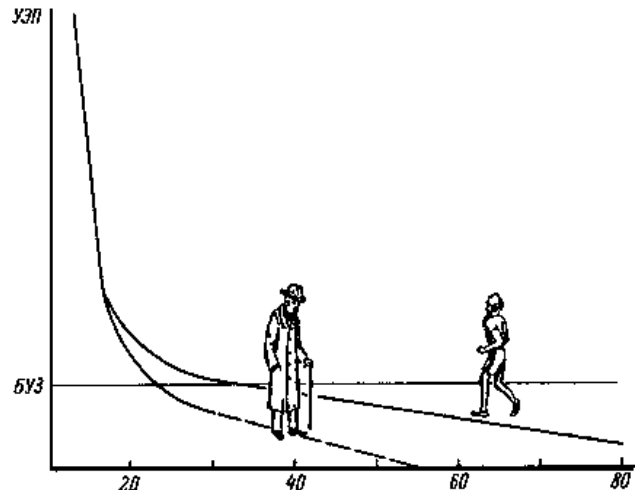


Рис. 10. Залежність тривалості життя (по горизонталі, років) від темпу зниження інтенсивності внутрішньоклітинного енергоутворення (по вертикалі).



До теперішнього часу найбільш поширені дві моделі діагностики рівня здоров'я за прямими показниками: визначення біологічного віку і оцінка енергопотенціалу (резервів біоенергетики) на організмовому рівні. Обидві вони характеризують біологічну функцію виживання – один з основних проявів здоров'я. Без підтримки цієї функції решта проявів здоров'я неможлива.

#### **8. Створення архетипів для завдань охорони здоров'я.**

##### **Поняття архетипу. Необхідність застосування для завдань МЕП.**

Для розміщення інформації в медичному електронному паспорті остання повинна бути надана у вигляді формалізованої моделі багаторазового використання.

Відомо, що в перекладі з грецької архетип – це початкова модель, вперше сформований істинний тип. Стосовно області інформатики – формалізована і багаторазово використовувана модель деякого поняття предметної області. В медицині термін архетип був вперше введений і визначений у проєкті openEHR: архетип – це оброблюване вираження, що містить у собі модель деякої частини предметної області у формі структурованих виражень-обмежень і засноване на еталонній інформаційній моделі системи. Архетипи openEHR засновані на *еталонній моделі openEHR*. Усі архетипи виражаються за допомогою того самого формального апарату. В цілому, вони призначені для повторного багатократного використання в широкому колі задач моделювання, проте можуть бути деталізовані і специфіковані для врахування особливості місця і ситуації, в якій вони застосовуються. Архетипи припускають можливість підтримки будь-якої кількості мов і термінологій.

Архетипи використовуються при створенні моделей представлення знань, де вони визначають припустимі структури даних.

*openEHR* – відкритий стандарт управління, збереження й обміну електронними історіями хвороби (EIX).

В *openEHR* усі дані про здоров'я людини:

- зберігаються протягом усього її життя;
- формат даних не повинний залежати від організації, що цю інформацію розмістила;
- розміщена інформація орієнтована на людину.

Основною ціллю openEHR є обмін даними між EHR-системами; це основна ціль таких стандартів повідомлень, як ISO13606 і HL7.

Підтримує відкрите дослідження, розробку і реалізацію стандарту *openEHR* некомерційна організація – *openEHL7Foundation*. Функціональні вимоги *openEHR* засновані на спільних 15-річних європейських і австралійських наукових дослідженнях в області EIX і нових парадигм, що включають у себе ідеї архетипів, котрі стали відомими завдяки документу *archetype methodology*.

Специфікація *openEHR* включає: інформаційну модель та інформаційні служби для електронної історії хвороби, для збереження даних про демографію (пацієнтів, персонал, який лікує), організації лікувального процесу, архетипів. Дані зберігаються з підтримкою версій. Вони є обґрунтованими медично й юридично, а також можуть бути правильно передані і зрозумілі в іншій медичній інформаційній системі, заснованій на цьому ж стандарті.

*Дворівневе моделювання з архетипами.*

Ключовою інновацією в інтегрованому середовищі *openEHR* є те, що всі деталі медичної інформації залишаються поза еталонною моделлю загальної інформаційної моделі системи, але, що найважливіше, надаються ефективні засоби вираження того, що лікарі і пацієнти вважають за необхідне зареєструвати.

Медичні інформаційні моделі деталізовані формально, гарантуючи, що специфікації, відомі як «архетипи», піддаються обчисленню. Набір архетипів *openEHR* повинний бути перевірений на якість, щоб задовольняти декільком аксіомам, таким як взаємовиключення. Архетипи можуть управлятися незалежно від програмної реалізації й інфраструктури, руками лікарів-консультантів з метою гарантування, що вони відповідають реальним потребам лікарів. Архетипи розроблені таким чином, щоб дозволити параметрам медичних знань змінюватися і розвиватися згодом. Завдання впровадження проєктного рішення подачі інформації, виражені в *openEHR*, сконцентровані до такого ступеня, щоб обмеження поточної системи залишалися узгодженими з проєктним рішенням уявлення інформації.

В області EIX існує деяка кількість інформаційних моделей, котрими складно управляти в тих областях діяльності, де вони накладаються. Мова йде, наприклад, про моделі HL7 V3 і SNOMED CT. Модель *openEHR* є більш розвинутою моделлю, що буде вирішувати завдання гармонізації, якщо не буде використовуватися ізольовано.

Звичайно, всі медичні записи будуть різними, але ключова інформація в інтегрованому середовищі *openEHR* завжди буде відповідати архетипам. Як це працює? Архетипи повинні виражати медичну інформацію таким чином, щоб вона могла використовуватися стільки разів, наскільки це можливо. Для того, щоб уявити інформацію, найбільш підходящу для лікувальної роботи, завжди варто використовувати деяку кількість архетипів. Ці набори називаються «шаблонами», множинами архетипів, що можуть бути уточнені для використання в конкретній ситуації. Шаплони можуть використовуватися, щоб деталізувати форми, документи і навіть повідомлення.

Підхід *openEHR* використовує «мову визначення архетипів», стандартизовану Європейською комісією зі стандартизації і Міжнародною організацією зі стандартизації (виражену у синтаксисі ADL або його XML еквіваленті) для створення архетипів; багаторазово використовуваних формальних моделей, побудованих на концепції доменів. Архетипи використовуються в *openEHR*, щоб змоделювати такі медичні дані, як «кров'яний тиск» або «медичний рецепт».

#### *Міжнародне співробітництво.*

Відповідно до підходу *openEHR*, використання загальнодоступних і регульованих архетипів дозволить гарантувати, що історії хвороби *openEHR* стануть узгоджено використовуваними і будуть переглядатися, незважаючи на їх технічний, організаційний і культурний контекст. Такий підхід також означає, що дійсні інформаційні моделі будь-яких EIX є гнучкими, виходячи з того, що можуть бути визначені нові архетипи для задоволення майбутніх потреб ведення медичних записів. Недавні роботи в Австралії показали, як архетипи і шаплони можуть бути застосовані для полегшення використання старих медичних карт, даних повідомлень у системі медичних записів *openEHR*, висновків стандартизованих повідомлень і складових документів.

Перспектива досягнення угоди щодо проектних рішень та форм регулювання на міжнародному рівні залишається спірною через різноманітні впливи, починаючи з розходжень у судово-медичному оточенні і до культурних відмінностей, технічних відмінностей, таких як, ступінь, до якого відповідна медична термінологія може бути всеосяжною.

Інтегроване середовище *openEHR* узгоджується з новим Стандартом ведення електронних історій хвороби (EN 13606). Воно частково використовувалося в програмі Сполученого Королівства в області охорони здоров'я «UK NHS Connecting for Health Programme» і було обрано в якості основи для національної програми у Швеції. Воно також розвивається в ряді країн, таких як Данія, Словаччина, Чилі і Бразилія. Крім того, його починають використовувати в комерційних системах у всьому світі.

#### *Визначення відкритого стандарту.*

Стандарт називається відкритим, якщо він відповідає таким принципам:

1. Доступність. Відкритий стандарт доступний усім для читання і реалізації.
2. Максимізація вибору. Відкритий стандарт створює справедливий конкурентний ринок для реалізацій стандарту. Він не прив'язує споживача до визначеного постачальника або групи постачальників.
3. Відсутність ліцензійних відрахувань. Відкриті стандарти можуть бути вільно реалізовані всіма, без яких-небудь ліцензійних відрахувань або платежів. Проте сертифікація відповідності стандарту, вироблена організаціями, що стандартизують, може потребувати плати.
4. Відсутність дискримінації. Відкриті стандарти й організації, що їх адмініструють не повинні віддавати переваги одній реалізації перед іншими, з будь-яких причин, крім технічної відповідності реалізації стандарту. Організації, що сертифікують, повинні лишати можливість для підтвердження відповідності дешевих і безкоштовних реалізацій, але можуть також надавати додаткові послуги із сертифікації.
5. Розширення і підмноження. Реалізація Відкритого стандарту може бути розширена в порівнянні зі стандартом або пропонуватися у виді частини стандарту. Проте організації, що сертифікують, можуть відмовлятися сертифікувати часткові реалізації і можуть накладати обмеження на розширення.
6. Хижацькі практики. У відкритих стандартах можуть застосовуватися умови ліцензування, що захищають від підриву стандарту за допомогою тактики «Embrace-Extend-Extinguish». Пов'язана зі стандартом ліцензія може зажадати публікації довідкової інформації для розширень або привселюдної ліцензії на створення, поширення і продаж програм, сумісних із розширеннями. Не може бути ніяких інших заборон на розширення відкритого стандарту.

У визначенні OSI уточнюється, що відкритий стандарт не повинний залежати від технологій, що не відповідають вимогам відкритого стандарту. Визначення, зафіксовані в законодавстві Данії, Іспанії, Франції, Венесуели, в основному обмежуються вказівками на доступність самих стандартів і свободу їхньої реалізації.

*Відмінність відкритих і закритих стандартів.*

На відміну від відкритих стандартів, закриті стандарти мають локальну область придатності і підтримуються обмеженими системами та спеціалістами. Наприклад, служба каталогів Microsoft Active Directory (AD) ґрунтується на відкритому протоколі Kerberos, але Microsoft реалізувала Kerberos (protocol) таким чином, що цей засіб виявився несумісним із реалізаціями інших постачальників. Відкритий стандарт або формат даних аналогічний мові спілкування, однаково розуміється усіма в даній місцевості. Інтернет виник завдяки відкритим стандартам. Профінансувавши створення та реалізацію протоколу TCP/IP для Unix, агентство DARPA дозволило використовувати ці розробки всім бажаючим. Завдяки цьому оборонно – державний проект виріс у світовий науковий і комерційний проект. З моменту свого створення Інтернет об'єднав тисячі (напевно правильно говорити – мільйони) індивідуальних комп'ютерів і мереж, розміщених у всьому світі.

Відкритий стандарт повинний задовольняти ще одній умові – бути затвердженим (сертифікованим) у якості міжнародного стандарту однією з міжнародних організацій зі стандартизації (ISO, IEEE, OASIS).

Третьою важливою ознакою варто назвати відсутність обмеження на використання стандарту / формату. Деякі організації використовують для цього правило RAND (Reasonable and Non-Discriminatory).

Проте, і RAND не гарантує свободи: воно дозволяє потребувати плату за кожен копію реалізації стандарту, а виходить, усі одержувачі повинні бути відомі автору.

Вигоди відкритих стандартів:

- Свобода дій. Документ у відкритому форматі можна скласти з декількох джерел, переформувати (у тому числі автоматично), а також видаляти компрометуючі метадані.

- Взаємодія в системах, складених із різнорідних компонентів. Інтернет складається з великої кількості пристроїв різного призначення, що працюють під самими різними ОС — Unix, Linux, Mac OS, Windows тощо.

- Низька ціна реалізації. Досягається як широкою конкуренцією, так і нульовими витратами на ліцензування.

Недоліки відкритих стандартів:

- Слабкі механізми покарання за недотримання специфікацій. Якщо у випадку закритого стандарту можна загрозувати судом, для відкритого стандарту залишаються тільки державний захист (зокрема, ДОСТ) і відмова в сертифікації. Наприклад: на зорі війни браузерів компанії Netscape і Microsoft додавали в HTML візуальні теги.

- У деяких галузях діяльності зустрічається багато самоучок, які відступають від стандарту винятково через незнання. Наприклад: вебмастер прикріплює до HTML- документу.

- Відкриті стандарти з'являються, як правило, на вже сталому ринку. Бізнес, націлений на швидкий прибуток, першим з'являється з закритим форматом там, де цей прибуток очікується. Приклади: закриті формати WordPerfect і Microsoft Word, DVD-R і DVD-RW. Система електропостачання постійним струмом Едісона також була закритим форматом.

**Розробка архетипів за матеріалами інструментальних досліджень.**

Класифікація симптомів повинна сприяти контакту між клініцистом і дослідником та бути чимось більшим, ніж простим «найменуванням складових частин». Вона повинна відображати корисні кореляції з етіологією патологічного процесу, супутніх процесів, з вибором лікування і прогнозу. Зазвичай для цих цілей використовують одну класифікацію. Проте час від часу виникає необхідність використовувати додаткові класифікації для цілей, що мають абсолютно різні наслідки та вимагають різного лікування і прогнозу.

Відзначимо, що діагностична категорія симптому навряд чи буде корисна, якщо індивідууми з одним діагнозом значно не відрізнятимуться від індивідуумів з іншими діагнозами. Такі відмінності повинні тягнутися набагато далі за характеристики, що визначають діагностичну групу. Більш того, щонайменше деякі з ознак, на яких засновано розмежування різних діагнозів, повинні бути клінічно значущими.

Демографічні змінні, звичайно, слід враховувати, але ряд відмінностей між діагностичними групами повинні мати більш безпосереднє відношення до етіології, супутніх проблем, реакції на лікування або до прогнозу.

Можливо, що діагностичні категорії задовільні, а класифікація в цілому незадовільна. Таке буває, коли дуже велика кількість випадків не відповідає критеріям жодної категорії, а повинна бути підведена під терміни «атипова» або «змішана» категорія. Ідеальна класифікація настільки обґрунтована і всеосяжна, наскільки це можливо.

Класифікація, як правило, направлена на ознаки, що пред'являються до кожного розладу, а не на передбачувані етіологію або патогенез. Діагностичні категорії, засновані на патогенезі, як правило, перешкоджають

прогресу в дослідженнях і в клініці, а не сприяють йому. І хоча велика частина розладів тепер визначається тільки на основі феноменології, деякі захворювання визначаються також і з погляду передбачуваної причини.

У ряді випадків аспекти інструментальної діагностики, мабуть, відображають крайні значення континууму, що продовжується в область норми, при цьому у багатьох пацієнтів ті ж самі ознаки виявляються у меншій мірі. В принципі, індивідууми з крайніми значеннями насправді є особливим випадком. Існує три можливі вказівки на розрив між нормальними і крайніми значеннями. По-перше, розподіл може бути бімодальним, наприклад, з додатковим максимумом в хвостовій частині основного розподілу. І, нарешті, індивідууми з крайніми і помірнішими значеннями за якою-небудь конкретною шкалою можуть якісно розрізнятися і в інших істотних відносинах.

У ряді випадків і розмірна, і категоріальна класифікація одних і тих же явищ бувають цінними, але для різних цілей.

Як приклад розглянемо динаміку холестерину в крові. Відомий взаємозв'язок між рівнем холестерину і ризиком ішемічної хвороби серця, при цьому найбільший ризик в популяції властивий великій кількості індивідуумів із значеннями «Високої норми», а не малій кількості з вкрай високими значеннями. В цьому відношенні високий рівень холестерину краще вважати розмірним, а не категоріальним розладом.

Слід розрізнити діагностичні схеми для стійких і ситуативних розладів. Стійкі розлади виявляються в широкому тимчасовому діапазоні, тоді як ситуативні розлади виявляються тільки в обмеженому діапазоні обстановок. Стійкість припускає, що основними є конституціональні особливості індивіда, тоді як ситуативна специфічність припускає, що більш важливо встановити, що особливого в цій конкретній обстановці (або в цьому конкретному інформанті).

Результатом нашого дослідження стало складання усередненої схеми архетипів рентгеноконтрастних та ультразвукових досліджень органів малого таза, що повністю представлені в додатках до НДР.

#### **Висновки.**

1. Для визначення параметрів, що відображають вплив навколишнього середовища на стан здоров'я людини, проведена серія експериментальних досліджень. Визначені тенденції показників індивідуального здоров'я понад 5000 чоловік одного з районів м. Києва за 10 років.

2. Обґрунтована принципово нова технологія визначення та кодування характеристик динаміки показників довкілля.

3. Визначено найбільш ефективно співвідношення коефіцієнтів асиметрії для характеристики динаміки факторів ризику навколишнього середовища.

4. Вперше запропонована технологія ідентифікації небезпеки навколишнього середовища для здоров'я індивіда.

5. Запропоновані й обґрунтовані статистичні моделі управління ризиками впливу стану навколишнього середовища на здоров'я населення.

6. Запропонована концепція дуального моніторингу стану здоров'я людини.

7. Для відображення результатів медичних дій при діагностиці та лікуванні захворювань, а також ефективності реабілітаційних заходів розроблена принципово нова класифікаційна схема показників якості надання медичної допомоги.

8. Розглянуті можливості внесення до МЕП (Національної медичної інформаційної системи) групи показників, що створюють генетичний паспорт людини. Відібрані 10 груп параметрів. Вони включають родовід; національність; каріотип; муковісцидоз, фенілкетонурію, гемофілію А, міодистрофію Дюшена, адреногенітальний синдром та інші моногенні хвороби, найбільш розповсюджені в даній популяції; дані про досимптомну діагностику генних хвороб з пізньою маніфестацією тощо.

9. Обґрунтована система "Внутрішнього моніторингу" станів пацієнтів у МЕП.

10. В якості основного механізму оптимізації тактики ведення пацієнтів запропонована система оцінювання ризиків.



**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Апанасенко Г. Л. Здоровье спортсмена / Г. Л. Апанасенко // Наука в олимпийском спорте. – № 1. – 2000. – С. 34–40.
2. Апанасенко Г. Л. Физическое здоровье индивида: методологические аспекты / Г. Л. Апанасенко // Бюллетень Сибирского отделения АМН СССР. – 1988. – № 2. – С. 5–9.
3. Апанасенко Г. Л. Физическое здоровье и максимальная аэробная способность индивида / Г. Л. Апанасенко, Р. Г. Науменко // Теория и практика физической культуры. – 1998. – № 4. – С. 29–31.
4. Безматерных Л. Э. Диагностическая эффективность методов количественной оценки индивидуального здоровья / Л. Э. Безматерных, В. П. Куликов // Физиология человека. – № 3 (24). – 1998. – С. 79–85.
5. Булич Е. Г. Здоровье человека / Е. Г. Булич, И. В. Муравов – К. : Олимпийская литература, 2003. – 427 с.
6. Вернадский В. И. Философские мысли натуралиста / В. И. Вернадский – М. : Наука, 1988. – 172 с.
7. Голдбергер Э. Хаос и фракталы в физиологии человека / Голдбергер Э., Ригни Д., Уэст Б. // В мире науки. – 1990. – № 4. – С. 25–30.
8. Чому вимирає українська людинність / Голяченко О. М., Слабкий Г. О. [та ін.] // Новости медицины и фармации. – № 9. – 2008. – С. 21–23.
9. Горбатов В. С. Основы технологии РКІ / В. С. Горбатов, О. Ю. Полянская – М. : Горячая линия – Телеком, 2004. – 246 с.
10. Закон України “Про інформацію” № 2657-ХІІ від 02.10.1992.
11. Закон України “Про захист інформації в автоматизованих системах” № 80/94-ВР від 05.07.1994.
12. Крэг Ларман Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования = Applying UML and Patterns : An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development. — 3-е изд. — М.: Вильямс, 2006. — С. 736.
13. Матеріали виїзного спільного засідання Комітету і Верховної Ради України з питань науки і освіти та Консультативної ради з питань інформатизації при Верховній Раді України. – К. : Софтпрес. – 208 с.
14. Мінцер О. П. Обеспечение валидности процедур использования медицинского электронного паспорта в здравоохранении. – Авторське свідоцтво ПА № 4539 від 26.07.01.
15. Мінцер О. П. Статистика будущего – путь через персонифицированные базы данных / Мінцер О. П., Гойда Н. Г., Бабінцева Л. Ю. // Матеріали конференції „Демографічна та медична статистика України у ХХІ столітті. Медичні інформаційні системи у статистиці”, 4–5 листопада 2004 р., м. Київ. – С. 29–31.
16. Основы стандартизации в здравоохранении; под ред. чл-корр. РАМН Вялкова А.И. и проф. Воробьева П.А. – М. : НЬЮДИАМЕД, 2002. – 216 с.
17. Управление ЛПУ в современных условиях 2009-2010гг. ; под ред. акад. РАМН В.И. Стародубова. – М.: Менеджер здравоохранения, 2010. – 210 с.
18. Beale T. A Model Universe for Health Information Standards (2003). – Режим доступу: <http://www.deepthought.com.au>.
19. Blobel B., Hasman A. Harmonising advanced architectural approaches for distributed Electronic Healthcare Records towards a model driven EHR architecture, Int. J. Med. Inf., submitted for publication.
20. International Journal of Medical Informatics, Volume 77, Issue 5, May 2008, Pages 291-304 K. Hayrinen, K. Saranto and P. Nykanen: Режим доступу: [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T7S-4PYJCRV1&\\_user=4346073&\\_coverDate=05%2F31%2F2008&\\_alid=769026767&\\_rdoc=4&\\_orig=search&\\_cdi=5066&\\_sort=d&\\_docanchor=&view=c&\\_ct=20&\\_acct=C000062970&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=4346073&\\_fmt=full&md5=be395dd6a8f357f1941319d1fb7fc6cd#bib21bib21](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T7S-4PYJCRV1&_user=4346073&_coverDate=05%2F31%2F2008&_alid=769026767&_rdoc=4&_orig=search&_cdi=5066&_sort=d&_docanchor=&view=c&_ct=20&_acct=C000062970&_version=1&_urlVersion=0&_userid=4346073&_fmt=full&md5=be395dd6a8f357f1941319d1fb7fc6cd#bib21bib21)
21. Health Information Systems Advisor: Режим доступу: <http://www.informaticsnurse.com/forums/informatics-job-description-database/13716-clinical-ehr-health-information-systems-advisor.html>
22. ISO/HL. ISO/HL7 27931:2009 Data Exchange Standards — Health Level Seven Version 2.5 — An application protocol for electronic data exchange in healthcare environments. OSI. Эталонная семиуровневая модель OSI (Open System Interconnect). – [http://www.pbxlib.com.ua/network/article\\_164.html](http://www.pbxlib.com.ua/network/article_164.html).
23. Final draft of CEN Report: Health informatics- Electronic healthcare record communication – Domain model. CEN/TC 251/NOO-048, 2000-07-18. – Режим доступу: <http://www.cen251.org>.
24. Режим доступу: <http://integration.ibs.ru/content/rus/203/2038-article.asp>.
25. Режим доступу: <http://www.bacula.org/en/>
26. Wikipedia. Режим доступу: <http://en.wikipedia.org/wiki/>.



УДК 616.379-008.64-085.357:615.252.349]-082.002.6:681.31

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ БЕЗОПЛАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНСУЛІНОМ ПАЦІЄНТІВ ІЗ ДІАГНОЗОМ ЦУКРОВОЇ ДІАБЕТ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДОЛОГІЇ STRUCTURE ANALYSIS AND DESIGN TECHNIQUE

**О. П. Мінцер, М. В. Банчук<sup>1</sup>, С. В. Калінчук<sup>2</sup>, С. О. Дяченко<sup>3</sup>, О. Г. Белінський**

*Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика*

*Міністерство охорони здоров'я України<sup>1</sup>*

*КП Одеська обласна клінічна лікарня<sup>2</sup>*

*ТОВ «СІЕТ»<sup>3</sup>*

Описана модель забезпечення пільгового (безоплатного) відпуску інсуліну за рецептами лікарів із використанням смарт-карток. Робота включає в себе побудову моделі засобами системного аналізу (Structure Analysis and Design Technique, SADT) із використанням нотації IDEF0 та ПЗ СА ВРwin 4.0.

**Ключові слова:** модель забезпечення пільгового (безоплатного) відпуску лікарських засобів, SADT, IDEF0, DFD, IDEF3, смарт-картка.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА БЕСПЛАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНСУЛИНОМ ПАЦИЕНТОВ С ДИАГНОЗОМ САХАРНОЙ ДИАБЕТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОЛОГИИ STRUCTURE ANALYSIS AND DESIGN TECHNIQUE

**О. П. Минцер, Н. В. Банчук<sup>1</sup>, С. В. Калининчук<sup>2</sup>, С. А. Дяченко<sup>3</sup>, А. Г. Белинский**

*Национальная медицинская академия последипломного образования имени П.Л. Шупика*

*Министерство здравоохранения Украины<sup>1</sup>*

*КП Одесская областная клиническая больница<sup>2</sup>*

*ООО «СІЕТ»<sup>3</sup>*

Описана модель обеспечения льготного (бесплатного) отпуска инсулина по рецептам врачей с использованием смарт-карт. Работа включает в себя построение модели средствами системного анализа (Structure Analysis and Design Technique, SADT) с использованием нотации IDEF0 и ПО СА ВРwin 4.0.

**Ключевые слова:** модель обеспечения льготного (бесплатного) отпуска лекарственных средств, SADT, IDEF0, DFD, IDEF3, смарт-карта.

## THE MODELING OF THE FREE PRESCRIPT INSULIN DISTRIBUTION FOR THE PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS DIAGNOSIS WITH STRUCTURE ANALYSIS AND DESIGN TECHNIQUE METHODOLOGY USAGE

**O. P. Mintser, M. V. Banchuk<sup>1</sup>, S. V. Kalinchuk<sup>2</sup>, S. O. Diachenko<sup>3</sup>, O. H. Belinskyi**

*National Medical Academy of Post-Graduate Education by P.L. Shupyk*

*<sup>1</sup>Ministry of Health of Ukraine*

*<sup>2</sup>Odessa Regional Clinical Hospital, CE*

*<sup>3</sup>CIET, Ltd*

The goal of the current project is the model creation for providing free prescript of insulin distribution with smart-card usage based on the Cabinet of Ministers of Ukraine Resolution from 17.08.1998 № 1303. The work includes model creation with a help of system analysis tools (Structure Analysis and Design Technique, SADT) by IDEF0-notation and CA ВРwin 4.0 software usage.

**Key words:** model for providing free prescript of medicaments, SADT, IDEF0, DFD, IDEF3, smart-card.

**Вступ.** Стаття має статус постановно – дискусійної та презентує модель (у фазі її первинної побудови) забезпечення пільгового (безоплатного) відпуску інсуліну хворим на цукровий діабет за рецептами лікарів.

Новітнім у цій моделі є заплановане використання інформаційної програмно-апаратної системи, що має на меті підвищення ефективності наведеного процесу, можливості всебічного контролю й аналізу виконання регламентованих процедур та ефективного відстеження належного здійснення своїх функцій учасниками процесу. Для цього пропонується використання спеціальних смарт-карток, на яких мають фіксуватися дані пацієнта (зокрема паспортні дані, сигнальні показники тощо), призначення лікарів і фактично отримана в аптеках продукція (готові лікарські засоби (ГЛЗ) і вироби медичного призначення (ВМП)).

**Метою роботи** є побудова зазначеної моделі на основі забезпечення можливості оптимальної організації системи, виявлення потенційних «вузьких» місць, дублювання операцій або зв'язків між ними, чи, навпаки, недостатню їх кількість, визначення всіх функцій, що виконуються тощо.

Областю застосування моделі є функціонування системи охорони здоров'я України у частині забезпечення інсуліном пацієнтів із діагнозом цукровий діабет за рецептами лікарів в аптечній мережі. Плануються первісні аналіз і побудова системи у межах однієї області України з метою подальшого поширення отриманого досвіду на інші території України, а також стосовно інших груп населення, що належать до пільгових категорій.

Документом, що регламентує пільгове забезпечення пацієнтів лікарськими засобами, є Постанова Кабінету Міністрів України від 17.08.1998 № 1303 «Про впорядкування безоплатного та пільгового відпуску лікарських засобів за рецептами лікарів у разі амбулаторного лікування окремих груп населення та за певними категоріями захворювань» [1]. Зокрема, цей документ у своєму додатку № 2 («Перелік категорій захворювань, у разі амбулаторного лікування яких лікарські засоби відпускаються безоплатно») містить позицію «діабет (цукровий і нецукровий)». Отже, керівний вплив вищого рівня (з точки зору системи, що розглядається) є встановленим та реалізація процесу законодавчо обґрунтованою.

Створення будь-якої системи включає у себе наступні послідовно виконувані етапи аналізу: проектування; реалізації; тестування; впровадження та експлуатації [2].

Метою аналізу є визначення того, що система буде робити, які функції виконувати та які критерії прийнятності щодо задовільності її функціонування висуваються.

Розповсюдженим явищем є виявлення помилок у функціонуванні тієї чи іншої системи на останніх етапах життєвого циклу (у найгіршому випадку на етапі експлуатації кінцевими споживачами/адресатами). Зрозуміло, що це є найбільш небажаним явищем, але проілюструємо це деякими кількісними характеристиками, наведеними у літературі для оцінки виправлення цих помилок. Так, виявлення та виправлення помилок на етапі проектування є у 2 рази дорожчим, аніж на етапі аналізу, на етапах тестування та експлуатації – у 10 та 100 разів відповідно. Натомість, виявлення помилок на етапах аналізу та проектування потребує у 2 рази, а їх виправлення – у 5 разів більше часу по відношенню до більш пізніших етапів. Ще більш поширеною, але у той же час здебільшого хибною, є точка зору, що суттєві помилки (що призвели до подорожчання експлуатації системи) були припущені на етапах реалізації чи впровадження. Це не підтверджується практикою, оскільки, наприклад, етап реалізації потребує детальної специфікації на систему, як результат роботи попередніх етапів, та припущення суттєвих помилок є малоюмовірним, оскільки вони легко виявляються та унеможливають подальший розвиток системи без їх усунення [2].

Саме з метою попередити та уникнути даних проблем у середині минулого сторіччя Дугласом Т. Россом була розроблена та стала однією із найпоширеніших методологія структурного аналізу та проектування SADT (Structure Analysis & Design Technique).

У 1980-х роках ця методологія знайшла своє використання у військових установах США (ВПС) та пізніше оформлена у вигляді Федерального стандарту США IDEF0.

Методологія SADT реалізує, по перше, принцип ієрархічного домінування, тобто побудови за принципом «згори донизу», по-друге, сам процес побудови моделі бізнес-процесів (широкого профілю) здійснюється ітеративним шляхом за рахунок реалізації циклів «автор-читач». Це дозволяє послідовно встановити дійсний стан системи (організації, підприємства, компанії тощо) та визначити шляхи її оптимізації.

Ця методологія первинно застосовувалась у аерокосмічній галузі (проект ICAM), також знайшла своє використання у таких установах, як НАТО та МВФ [2, 3].

Отже, вважаємо за доцільне застосувати дану методологію у якості першого наближення для аналізу побудови системи забезпечення ГЛЗ та ВМП у

рамках функціонування МОЗ України із впровадженням інформатизації процесу. Також маємо зазначити, що дана стаття, по суті, відкриває перший цикл «автор-читач» із залученням широкого кола як системних аналітиків, так і фахівців предметної області (лікарів, IT-спеціалістів та ін.), що, безумовно, сприятиме подальшій побудові якісної моделі.

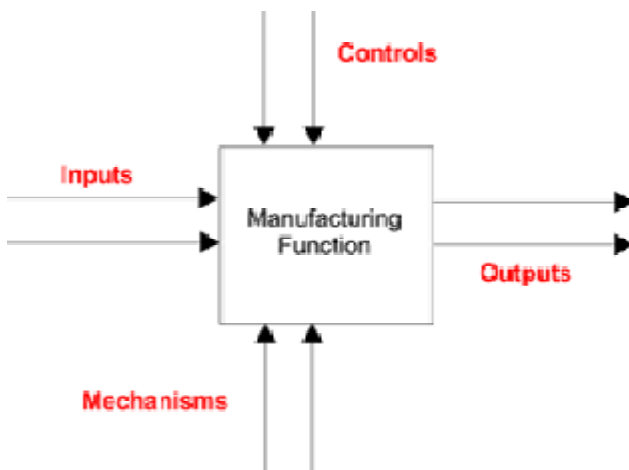
### Інструменти та методи

#### SADT (Structure Analysis & Design Technique)

– технологія структурного аналізу та проектування, в основу якої покладено принципи ієрархічного домінування та ітераційної побудови моделей із використанням графічної мови, де основними елементами виступають функціональні блоки та інтерфейсні дуги [2, 3].

**IDEF0** – є похідною технології SADT, що була розвинена у якості методу функціонального моделювання для аналізу та зв'язку систем. Ефективні моделі IDEF0 допомагають організувати аналіз систем та запроваджують добрий взаємозв'язок між аналітиком та кінцевим користувачем. У грудні 1993 Лабораторія комп'ютерних систем Національного інституту стандартів і технології США (NIST) видала IDEF0 у якості стандарту для функціонального моделювання (FIPS Publication 183) [8].

Основними рисами IDEF0 є такі (рис. 1):



**Рис. 1.** Зображення функціонального блоку та інтерфейсних дуг [4].

- усі діаграми базуються на зображеннях елементів у вигляді функціональних блоків та інтерфейсних дуг;
- усі елементи мають текстові мітки та глосарій для визначення точного значення елементів діаграм;
- для деталізації опису систем використовується структурно-функціональна декомпозиція у вигляді ієрархічної структури, із найважливішими функціями

на верхніх рівнях та відповідними їм субфункціями на нижніх рівнях;

- деревоподібна структура, що забезпечує швидкий доступ в межах діаграм із ієрархічною структурою;
- обмеження щодо кількості (не більше шести) субфункцій на кожному рівні декомпозиції.

На рисунку 1 наведені інтерфейсні дуги 4-х типів, кожні з яких мають свою чітку для них призначену грань функціонального блоку та напрямок: входи, виходи, управління та механізми. Входи є об'єктами чи даними, що мають перероблятися у разі виконання зазначеної функції у виходи згідно вимог управління (нормативні документи, керівні вказівки, критерії тощо) та за допомогою механізмів, які при цьому не використовуються (персонал, обладнання). Наприклад, виготовлення деталі (вихід) із заготовки (вхід) за допомогою станка та працюючого на ньому робітника (механізми) згідно з технічним кресленням (управління). Нотація IDEF0 не дозволяє будувати діаграми, де присутні функціональні блоки без інтерфейсних дуг управління та виходу, разом із цим допускається відсутність інтерфейсних дуг входу та механізмів. Слід зазначити, що є ще п'ятий тип інтерфейсних дуг, реалізований у нотації IDEF0 – це інтерфейсні дуги зовнішнього посилання (не показані на рис. 1), які виходять із нижньої грані функціонального блоку, але напрямлені від нього. Їх зміст – посилання на інші (альтернативні) моделі. У даній роботі ці елементи не використовувались [6, 7].

**CA BPwin 4.0** є програмним продуктом компанії Computer Associates у галузі реалізації засобів CASE-технологій, використовується як основне програмне середовище для створення описуваної нами моделі. Дозволяє проводити опис, аналіз та моделювання бізнес-процесів. Займає одне із лідируючих місць у своєму сегменті ринку. Сучасна версія має назву AllFusion Process Modeler. Включає три стандартні методології: IDEF0 (функціональне моделювання), DFD (моделювання потоків даних) та IDEF3 (моделювання потоків робіт із застосуванням елементів логічного розгалуження). Дозволяє побудову змішаних моделей із застосуванням всіх вказаних методологій. Характеризується інтегративністю із низкою програмних продуктів сторонніх виробників для здійснення аналізу. Серед них програмні середовища об'єктного моделювання (Paradigm Plus 4.0, UML), імітаційного моделювання (Arena 3.6), вартісного аналізу (Easy ABC), організації колективної роботи (Model Mart 4.0), моделювання даних (Erwin 4.0, також Computer Associates), генераторів звітів

(RPTwin, Crystal Reports). Підтримується конвертація у формати MS Word, MS Excel, HTML.

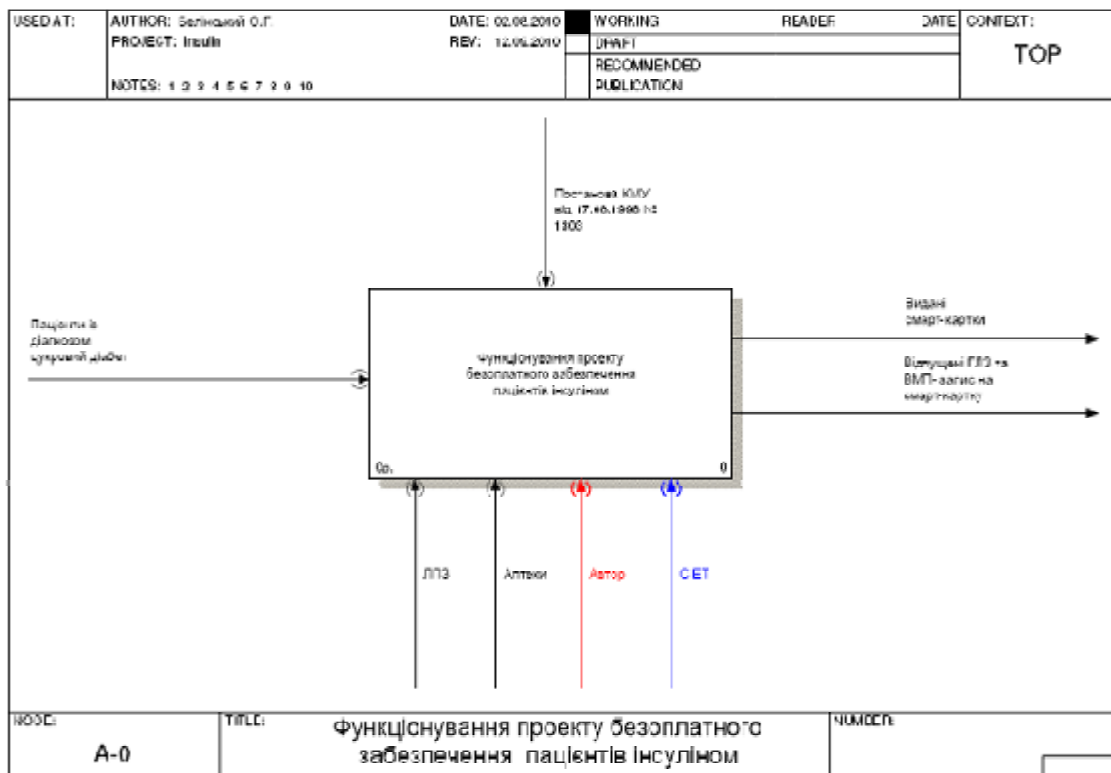
Оскільки поточний етап моделювання не використовує нотацій DFD та IDEF3, доцільним вважаємо надати їх коротку характеристику у подальших статтях, по мірі використання цих методологій на наступних етапах декомпозиції вихідної моделі IDEF0.

**Основна частина.** Обговорюється загальна модель проекту на початковому етапі розробки. Відповідно до методології SADT, це є модель відразу більш наближена до стану “to be”, оскільки вона не розглядає суто поточне становище системи (“as is”), а лише базується на її існуючих компонентах. Таким чином, запровадження використання смарт-карток разом із відповідним апаратно-програмним забезпеченням є принципово новим підходом по відношенню до поточ-

ного стану. Тобто, можна заключити, що вихідними даними для побудови моделі є стан “as is” + заплановані елементи інформатизації процесу. Втім, це не означає, що дана модель не підлягає ряду послідовних покращень/модифікацій, які мають виявити подальші етапи декомпозиції та сеанси «автор-читач».

Перш за все, варто сказати, що дана модель охоплює функціонування проекту в цілому і має на поточний момент лише два сеанси декомпозиції із використанням нотації IDEF0 виключно.

Розпочнемо з аналізу контекстної діаграми. За визначенням, контекстна діаграма має єдиний функціональний блок, який у даному випадку має назву «Функціонування проекту безоплатного забезпечення пацієнтів інсуліном» (рис. 2). Ця діяльність має у якості узагальненого входу лише єдину інтерфейсну дугу –



**Рис. 2.** Функціонування проекту. Контекстна діаграма IDEF0 (A-0).

«Пациєнти із діагнозом цукровий діабет». У разі виконання роботи, передбачуваної узагальненим функціональним блоком, на виході система має забезпечувати одержання смарт-карток, відпуск ГЛЗ та ВМП (згідно призначень лікарів) у аптеках та відповідний запис на смарт-картки. Основою управлінських рішень виступає Постанова Кабінету Міністрів України від 17.08.1998 № 1303, а механізмами роботи є медичні заклади (МЗ), аптеки, а також спеціалізовані Центри.

Як бачимо з рисунка 2, контекстна діаграма містить багато інтерфейсних дуг, що є затунельованими (кінчик

відповідних стрілок взятий у круглі дужки) за принципом «не дочірніх діаграм». Це означає, що на діаграмах декомпозиції нижніх рівнів вони не будуть з'являтися. Цей засіб використаний задля полегшення первісного читання діаграм декомпозиції, адже надмірна кількість інтерфейсних дуг перешкоджає чіткому сприйняттю інформації. Слід зазначити, що за потребою ці інтерфейсні дуги можуть бути використаними у подальших діаграмах декомпозиції будь-якого рівня.

Проаналізуємо основи побудови діаграми декомпозиції контекстної діаграми (рис. 3).

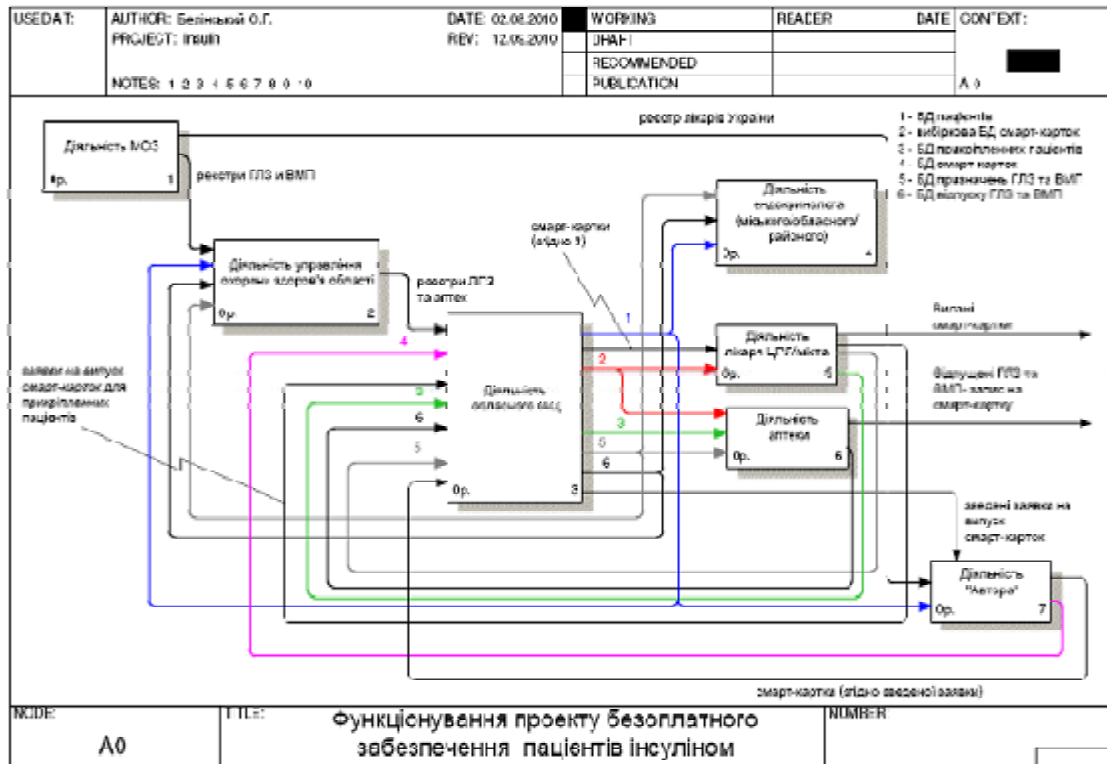


Рис. 3. Функціонування проекту, перша декомпозиція (A0) контекстної діаграми.

Перед аналізом вказаної діаграми першого сеансу декомпозиції можемо зазначити, що одержуємо відразу ж позитивний приклад використання методу тунелювання інтерфейсних дуг, адже кількість функціональних блоків та зв'язків між ними на діаграмі A0 є досить суттєвою. Слід зазначити, що стандарт IDEF0 при кожному сеансі декомпозиції рекомендує використання кількості функціональних блоків на діаграмі у діапазоні 3 – 6. Це не є прямою нормою дії (власне кажучи, програмне забезпечення (ПЗ) VPwin 4.0 дозволяє варіювати кількістю функціональних блоків від 2 до 8), але напрямлене на те, щоби досягти, з одного боку, обгрунтованості декомпозиції (менше 2-х функціональних блоків створити неможливо за визначенням, а наявність лише двох має порушити питання доцільності настільки мінімізованого розподілення), з іншого боку, не перевантажити дочірню діаграму [2-4, 6-8].

У даному випадку ми дещо порушуємо рекомендацію стандарту IDEF0, але діємо у межах дозволених ПЗ VPwin 4.0. Діаграма первинної декомпозиції містить одразу 7 функціональних блоків. Звісно, це зроблено з огляду на те, яка була накопичена первинна інформація щодо проекту. Саме тому був використаний інструмент тунелювання «зайвих» інтерфейсних дуг.

Діаграма декомпозиції контекстної діаграми містить такі функціональні блоки:

- Діяльність МОЗ;

- Діяльність управління охорони здоров'я області;
- Діяльність обласного інформаційно-аналітичного центру;
- Діяльність ендокринолога (міського/обласного/районного);
- Діяльність лікаря ЦРЛ/міста;
- Діяльність аптеки;
- Діяльність компанії «Автор».

Підемо шляхом послідовного аналізу із урахуванням ієрархічного домінування.

**Діяльність МОЗ.** Основними виходами діяльності МОЗ є формування реєстрів лікарів України з передачею їх ТОВ «Автор», а також формування реєстрів ГЛЗ та ВМП, із передачею їх відповідному обласному управлінню. Єдиним керівним впливом є Постанова КМ України, що не показана на даній діаграмі. Вхідів ця діяльність не має.

Діяльність управління охорони здоров'я області. В управління надходить інформація щодо реєстрів ГЛЗ та ВМП (МОЗ).

Для визначення питання, що саме відбувається із одержаною інформацією в управлінні, пройдемо подальшими етапами декомпозиції. Якщо йде якась її обробка, то це вхід, якщо це лише регламентуюча інформація (задля контролю відповідності ГЛЗ та ВМП, що були реалізовані або є у продажу), то це управління. Далі такі ситуації будуть траплятися до-



силь часто, тому будемо посилалися на дане пояснення. Це є нормальна практика моделювання та, звісно, ітераційне наближення до нижчих рівнів декомпозиції на фініші побудови моделі має дати однозначну відповідь на дане конкретне запитання та аналогічні питання стосовно інших подібних випадків.

Розглянемо наступні входи діяльності управління. Від обласного інформаційно-аналітичного центру (надалі ІАЦ), як від свого підрозділу, надходить інформація щодо наявних пацієнтів, призначень лікарів та відпуску ГЛЗ та ВМП у аптечній мережі, що є консолідованою по всій області. Необхідність отримання цієї інформації управлінням від власного ж підрозділу є дискусійною й з точки зору надмірності інформаційних потоків в принципі зайвою. Адже консолідація інформації по області відбувається у межах обласного ІАЦ, там же відповідні бази даних можуть і зберігатися, доступні як для контролю з боку управління, так і з боку МОЗ. З іншої сторони, слід деталізувати діяльність управління, аби зрозуміти детальні його функції, адже може мати місце певна зв'язність на базі цієї консолідованої інформації.

Єдиним же виходом діяльності обласного управління є реєстри ЛПЗ та аптек, що передаються в обласний ІАЦ. Керуванням вищого рівня є також Постанова КМУ України, що є справедливим для всіх функціональних блоків, і тому на даному етапі ми скрізь «приховали» цей вплив, аби полегшити задачу читання діаграм. Отже надалі ми цей факт коментувати і за синтаксичну помилку повідомлення ПЗ СА ВРwin 4.0 вважати не будемо.

Також зазначимо, що на діаграмі першої декомпозиції ніде не вказані інтерфейсні дуги механізмів. В даному випадку це дозволяє нотація IDEF0, але причиною є не їх тотальна відсутність (пам'ятаємо, що ряд цих механізмів загунельований у контекстній діаграмі, а інші мають бути встановлені на нижчих рівнях, по мірі деталізації моделі), а та ж сама мета – полегшити сприйняття діаграми читачем.

**Обласний ІАЦ.** Беручи до уваги, що наразі це є вже існуючий підрозділ обласного управління, доречним, на перший погляд, було б не виділяти ІАЦ у окремий функціональний блок, але за умови запровадження інформаційної програмно-апаратної системи діяльність цього підрозділу є центральною з точки зору моделювання й тому розглядається окремо вже на діаграмі першої декомпозиції.

Входи ІАЦ:

- реєстри ЛПЗ та аптек області;
- БД прикріплених пацієнтів (надається кожним лікарем ЦРЛ чи району окремо);
- заявки на випуск смарт-карток для прикріплених пацієнтів (аналогічно попередньому пункту);

- власне смарт-картки (розглядається як матеріальний потік);

- БД випущених смарт-карток (ТОВ «Автор»);
- БД призначень ГЛЗ та ВМП (лікарі);
- БД відпуску ГЛЗ та ВМП (аптеки).

Виходи ІАЦ:

- БД пацієнтів (консолідована по області);
- вибіркові БД смарт-карток (як керівна інформація для інших блоків);
- власне смарт-картки згідно вибіркового БД;
- БД прикріплених пацієнтів (різні залежно від адресата);
- БД призначень ГЛЗ та ВМП (також різні залежно від адресата);
- БД відпуску ГЛЗ та ВМП.

Нотація IDEF0 не дозволяє мати вхід, який перетворюється на вихід із тією ж самою назвою, оскільки це буде визначатися системою, як «порожня» діяльність (унаслідок одержання на вході певних об'єктів чи даних з ними не відбулося ніякого перетворення та вони у незмінному вигляді опинилися на виході із роботи). Отже, ситуативне дублювання назв входів та виходів у випадку із ІАЦ означає, що ці дані або мають змінюватись у результаті діяльності ІАЦ, або проходити «повз» даний функціональний блок прямо до кінцевого адресата. Якщо встановлена необхідність одержання одних і тих самих даних чи об'єктів, то треба застосовувати розгалуження, а не передачу за принципом «порожньої» діяльності.

ІАЦ по входах та виходах потребують:

- Пара база даних (БД) прикріплених пацієнтів. Зрозуміло, що одержані від лікарів ЦРЛ та районів, вони мають без змін направлятися до аптек (тоді це розгалуження інтерфейсних дуг), а якщо до аптек вони змінюються, то треба визначити тип такої зміни та відобразити це в моделі.

- Пара БД призначень ГЛЗ та ВМП. Надходять від лікарів та надаються у вигляді консолідованої БД (пам'ятаємо, це дискусійне питання) в управління, а також вибірково до відповідних ендокринологів (тоді треба це деталізувати) чи у незмінному стані до аптек (то це знову має бути розгалуження).

- Пара БД відпуску ГЛЗ та ВМП. Майже аналогічна ситуація до попередньої пари з урахуванням того, що інформація надходить від аптек.

Звісно, на ці запитання відповіді мають бути одержані у сеансі «автор-читач», а також за рахунок подальшої декомпозиції (можна читати, деталізації). Характерною є та обставина, що саме функціонування обласного ІАЦ в даному проекті викликало одразу стільки позицій для встановлення вже на першому

сеансі декомпозиції. Решта функціональних блоків переважно адресується до наступних рівнів з метою деталізації. Отже, цілком виправданим можна вважати виділення обласного ІАЦ як підрозділу обласного управління вже на етапі, що розглядається.

Діяльність ендокринолога (обласного/районного/міського) буде розглянуто детально нижче, адже всі її входи вже описані в рамках поточної діаграми А0, а виходи поки що є затунельованими (у нерозв'язаному статусі) на наступному рівні.

**Діяльність лікаря ЦРЛ/міста.** Формує БД прикріплених пацієнтів та призначень ГЛЗ та ВМП, разом із заявками на випуск смарт-карток для прикріплених пацієнтів – все це адресується в ІАЦ. Глобальним виходом діяльності лікаря є видані смарт-картки, що асоціюються з певним пацієнтом. Входами є вибіркова БД смарт-карток, разом із фізично виготовленими смарт-картками. Власне, останні вже є не інформаційним, а матеріальним потоком.

**Діяльність аптеки.** Виходи – звісно, відпуск ГЛЗ та ВМП, разом із записом на смарт-картку (глобальний вихід), також надається БД відпуску ГЛЗ та ВМП до обласного ІАЦ. На вході аптеки мають лише необхідну їм та однозначну інформацію: вибірково БД смарт-карток, БД прикріплених пацієнтів та БД призначень ГЛЗ та ВМП. Але у останньому випадку БД також має, скоріше за все, мати вибірковий, причетний тільки для даної аптеки характер, про що вже йшлося вище у розрізі аналізу діяльності ІАЦ.

І, нарешті, розглянемо діяльність Центру зі створення баз даних. Входи: реєстр лікарів України, БД пацієнтів. Управління: зведені заявки на випуск смарт-карток. Виходи: БД смарт-карток та відповідний їй матеріальний потік власне самих смарт-карток.

По факту завершення розгляду діаграми першої декомпозиції А0 слід зробити ремарку. Методологічно правильним було саме з цього етапу завершити фазу власне моделювання та розпочати цикл «автор-читач» шляхом відправки робочої версії побудованої моделі відповідним експертам предметної області. Це означає, наприклад, що декомпозицію діяльності ТОВ «Автор» краще розробляти за рахунок відомостей, одержаних від експерта, відповідального за роботу вказаної компанії в цілому, при декомпозиції діяльності аптек – провізорам та фармацевтам, бажано із залученням аспектів GDP тощо.

Але на теперішній час вже є первинні відомості щодо нижчих рівнів декомпозиції, які також є сенс навести у даній статі, зосередивши свою увагу, проте, лише на ключових відомостях та особливостях, які не є прозорими із описання діаграми А0.

Аналіз діаграм декомпозиції наступного рівня будемо здійснювати у точно такому ж порядку домінування, в якому вони були наведені вище.

Діяльність МОЗ (рис. 4) фокусується у межах проекту на затвердженні реєстрів ГЛЗ, ВМП та лікарів, а також на можливості вибіркового контролю будь-якої ланки проекту. Задля цього пропонується застосува-

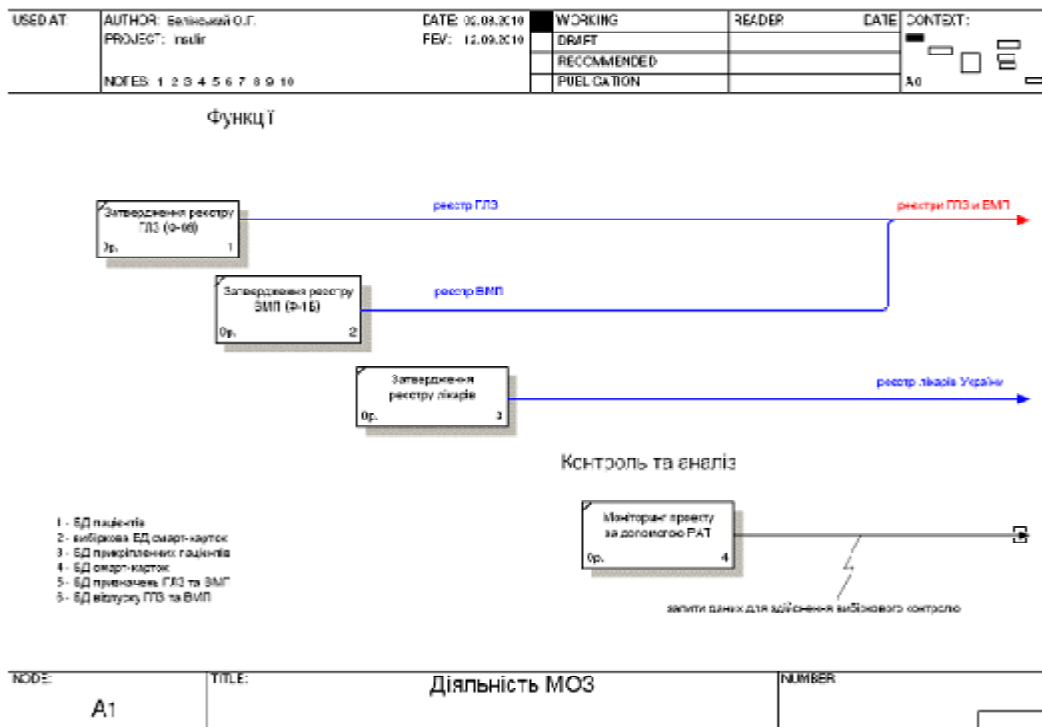
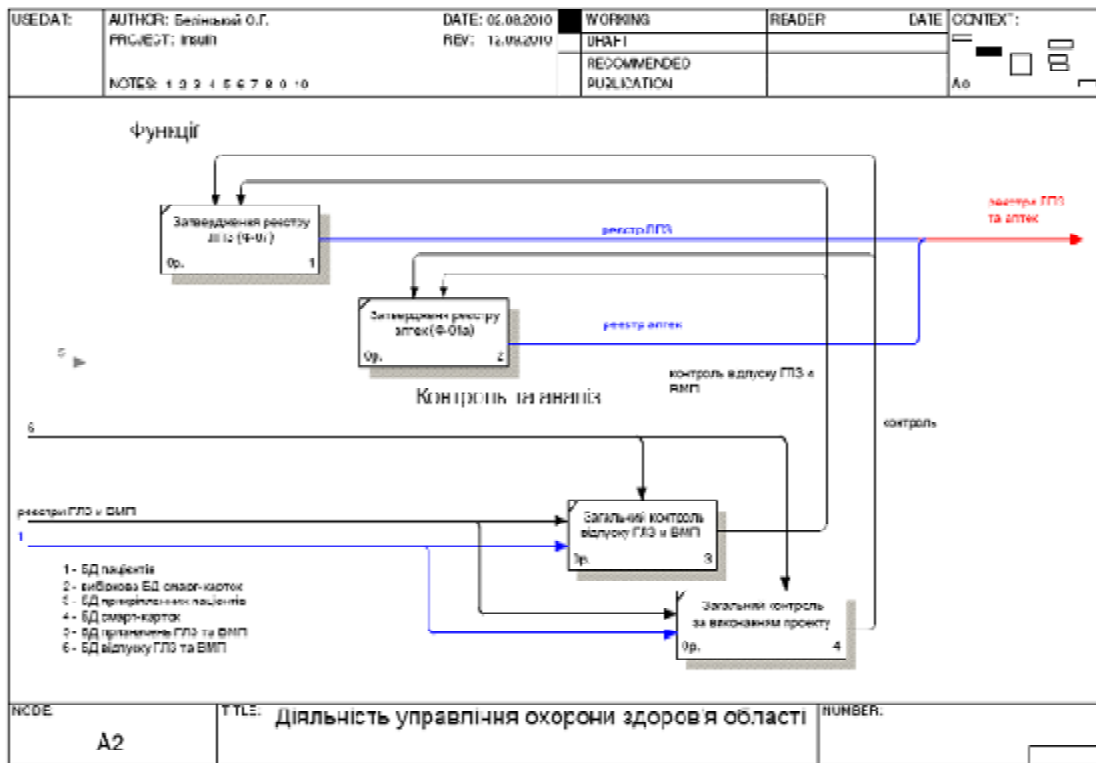


Рис. 4. Діяльність МОЗ.

ти можливість моніторингу у режимі, подібному до PAT (Process Analytical Technology) – за аналогією із безперервним моніторингом показників якості у фармацевтичній промисловості за допомогою встановлення критичних точок процесу та аналізу ризиків [5].

Діяльність обласного управління (рис. 5) полягає у затвердженні реєстрів ЛПЗ та аптек, а також у загальному контролі за відпуском ГЛЗ та ВМП та за виконанням проекту в цілому. Саме питанням контролю та взаємодії, перш за все із обласним ІАЦ, як



**Рис. 5.** Діяльність управління охорони здоров'я області.

окремим підрозділом у своєму складі, слід приділити основну увагу при побудові діаграми А2. Об'єм та порядок надання інформації від ІАЦ треба визначити, як вже було згадано вище.

Діяльність обласного ІАЦ (рис. 6) є найбільш насиченою з точки зору інформаційних потоків, й, водночас, найбільш складною з точки зору оптимальної побудови. Обласний ІАЦ забезпечує зберігання повного реєстру пацієнтів області, формування зведених заявок на випуск смарт-карток, передачу смарт-карток лікарям ЦРЛ/міста, консолідацію та зберігання призначень та відпуску ГЛЗ та ВМП, формування зведених звітів по області. До функцій контролю слід віднести контроль за випуском смарт-карток та контроль за виконанням регламенту інформаційного обміну. Ці позиції поки що ніяк не пов'язані функціонально на діаграмі А3, отже виносяться на дискусію.

Окремо слід сказати щодо формування зведених звітів по області. Вони мають містити інформацію стосовно задоволення потреб пацієнтів (очевидно за рахунок порівняння БД призначень та відпуску ГЛЗ та ВМП), трендового аналізу щодо якості обслуго-

вування пацієнтів з боку виробу медичного призначення МЗ та аптек, виявлення тенденцій тощо. Треба зазначити, що саме зведені звіти можуть позбавити необхідності розповсюджувати консолідовані бази даних поза межами ІАЦ, але за умови забезпечення вибіркового доступу вищих інстанцій до первинної інформації.

Діяльність ендокринолога (рис. 7) передбачає головним чином здійснення контролю призначень ГЛЗ та ВМП, а також аналіз відпуску ГЛЗ та ВМП у аптеках відповідного для них рівня – місто, область, район. Задля цього вони одержують керівну інформацію у вигляді БД пацієнтів, призначень та відпуску ГЛЗ та ВМП. На рис. 7 вищенаведені БД вказані як керуючі, оскільки вибіркового аналізу все ж таки передбачається робити по адміністративно-територіальних одиницях у межах діяльності ІАЦ, а від ендокринологів різних рівнів треба одержати оцінку стосовно коректності виконаних процедур з їх точки зору (показані як виходи, але у статусі нерозв'язаного тунелювання, тобто без виходу на діаграми верхнього рівня, поки не буде прийняте остаточне рішення щодо

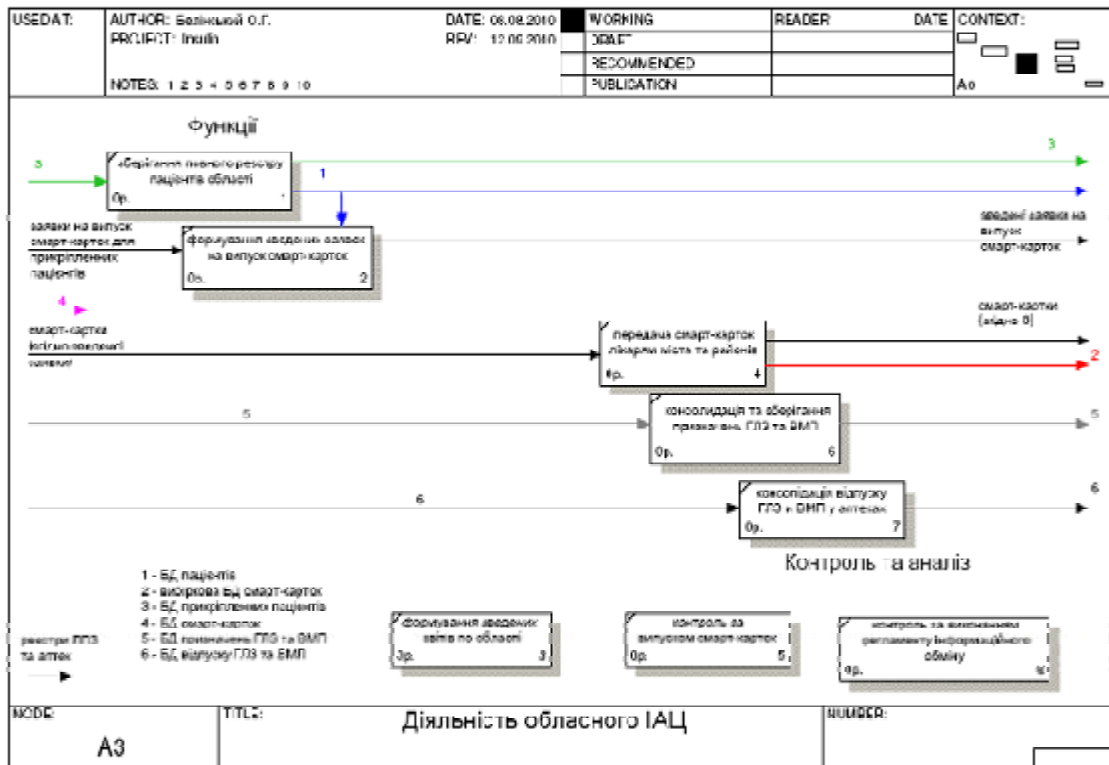


Рис. 6. Діяльність обласного ІАЦ.

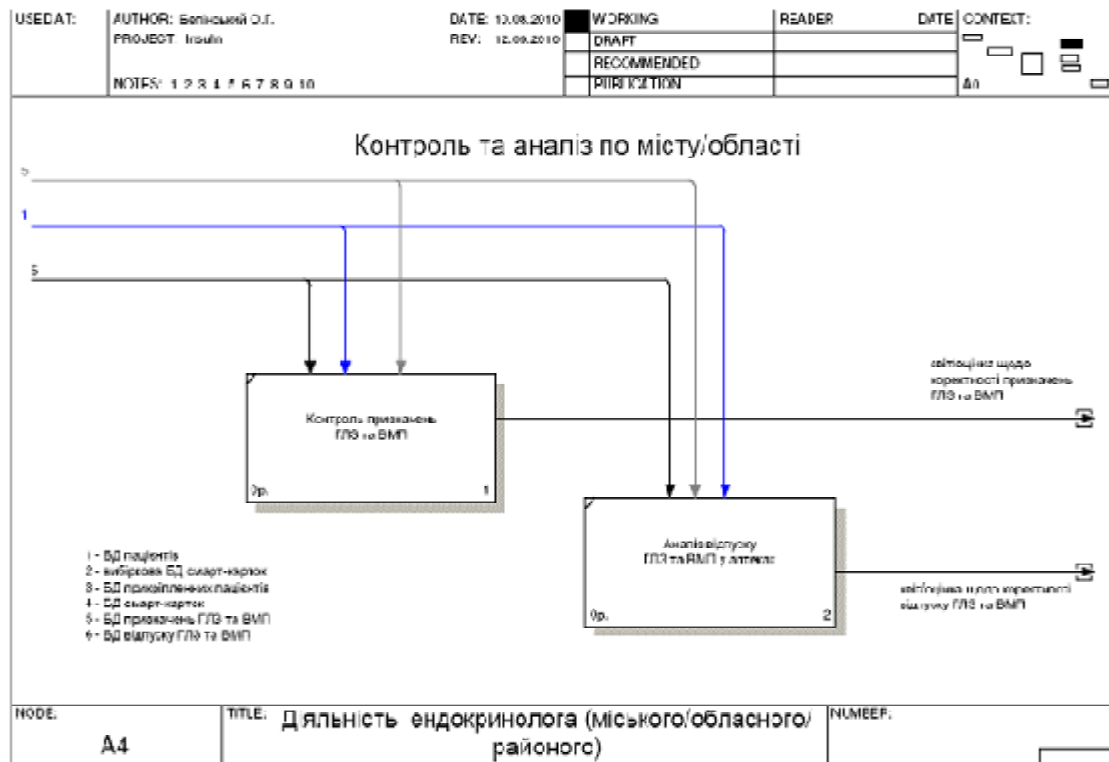


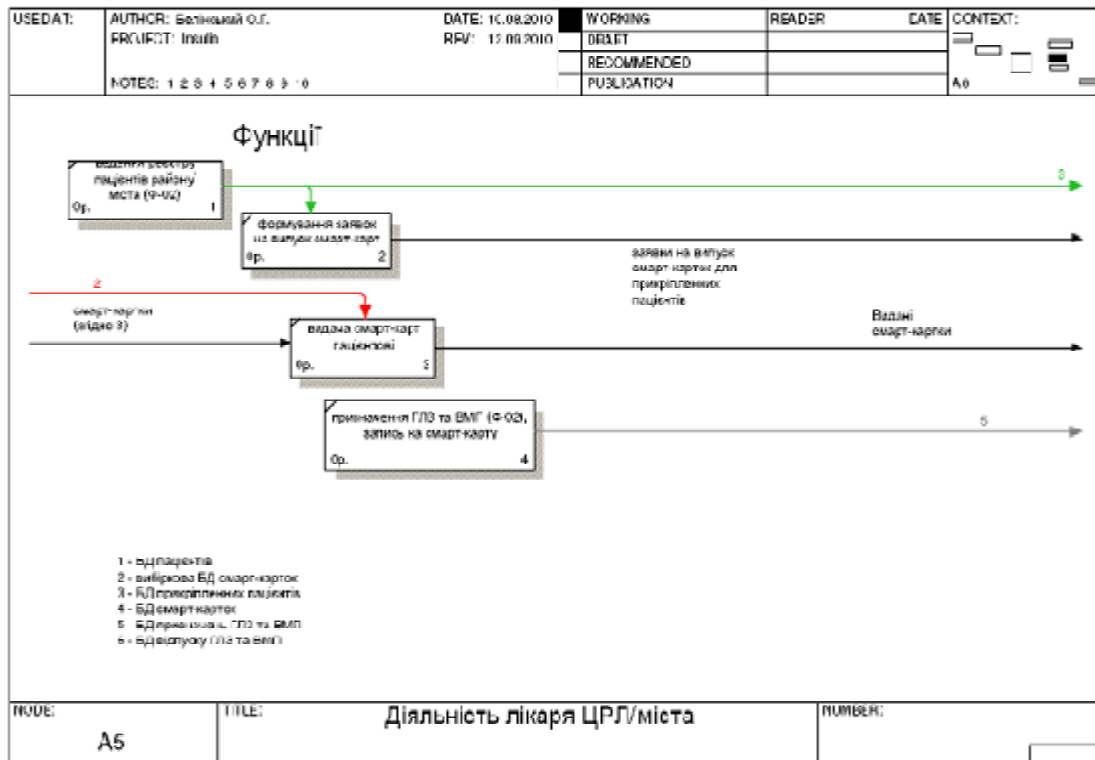
Рис. 7. Діяльність ендокринолога (міського /обласного /районного).

них). Звісно, керівний фактор баз даних можна опротестувати, але якщо вони будуть напрямлені до ендокринологів як вхід, то, по-перше, вони можуть їх отримувати внаслідок розгалуження інтерфейсних дуг

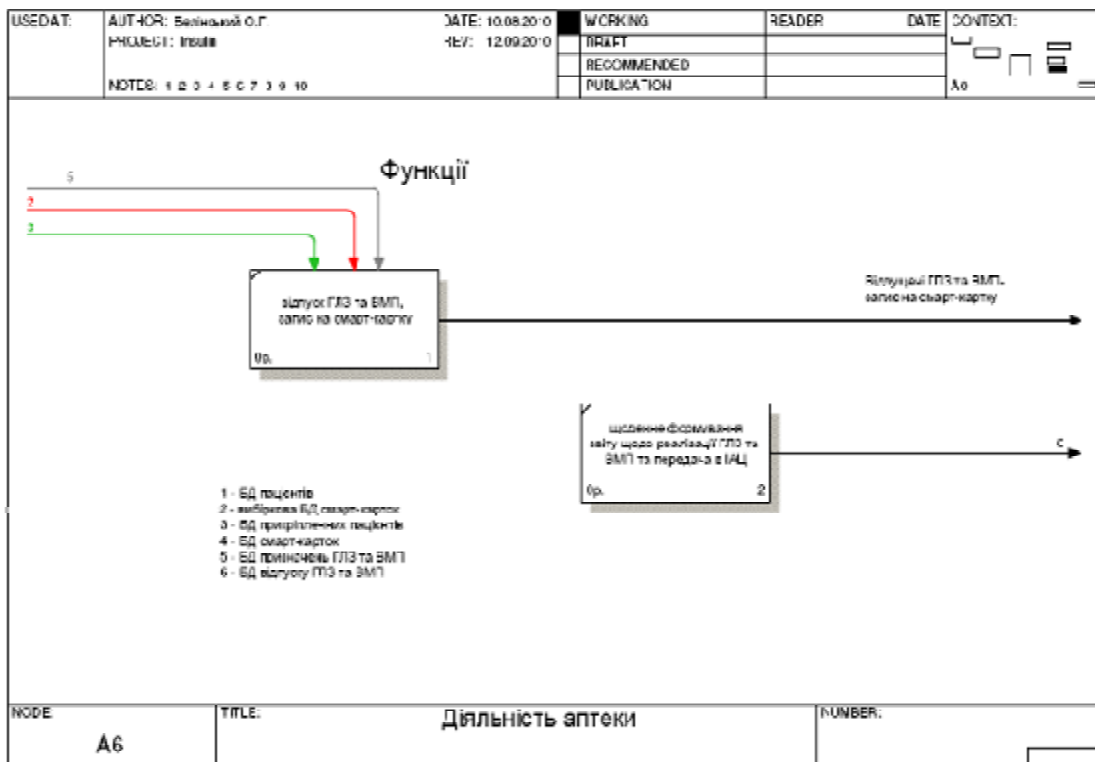
від першоджерел, по-друге, за умови додаткової обробки наданої інформації є ризик дублювання функцій ендокринологів та ІАЦ. Як було згадано на початку статті, таких явищ бажано уникати.

Діяльність лікарів (рис. 8) полягає у тому, що вони ведуть реєстр пацієнтів району та на підставі цього реєстру формують заявки на випуск смарт-карток для прикріплених пацієнтів. Всі ці дані передаються до обласного ІАЦ, звідки потім лікарі одержують,

власне кажучи, самі смарт-картки та вибіркові БД виданих смарт-карток. Далі при призначенні ГЛЗ та ВМП лікар здійснює відповідний запис на смарт-картку та формує БД призначень ГЛЗ та ВМП, яку передає у обласний ІАЦ (рис. 9).



*Рис. 8. Діяльність лікаря ЦРЛ /міста.*



*Рис. 9. Діяльність аптеки.*



Діяльність аптек (рис. 9) полягає у одержанні тільки керівної інформації – вибіркового БД смарт-карток, БД прикріплених пацієнтів та БД призначень ГЛЗ та ВМП. На виході маємо відпущену продукцію та відповідний запис на смарт-картку, також в аптеках щоденно формується звіт щодо відпуску ГЛЗ та ВМП та передається у обласний ІАЦ. Тут є питання стосовно того, а чи є прикріплені пацієнти однаковими у сенсі того, що сукупність пацієнтів одного лікаря обслуговується у одній аптеці. Вірогідно, що не завжди. Тоді відповідні бази даних мають бути відповідним чином оброблені в ІАЦ перед передачею до аптек, що викличе появи інтерфейсних дуг з іншими індивідуальними назвами та, відповідно, іншим змістом.

Іншим завданням подальшої деталізації діяльності аптек є моделювання сценаріїв (це можна зробити

шляхом наступної декомпозиції у нотатції IDEF3) із застосуванням логічного розгалуження (дерева рішень), оскільки треба бути певним, що конкретний пацієнт дійсно звернувся до певної аптеки у конкретний час та із конкретним призначенням – увесь діалог «пацієнт-фармацевт» має бути задокументований на смарт-картку пацієнта. Це дозволить промоделювати та уникнути при реалізації проекту ситуацій, коли відпуск ГЛЗ та ВМП згідно призначень не відбувся навіть за наявності в аптеці потрібної продукції, але через людський фактор чи суб'єктивні обставини.

Діяльність Центру зі створення баз даних (рис. 10) одержує у якості керівної інформації БД пацієнтів, реєстр лікарів України та зведені заявки на випуск смарт-карток. На виході є сформована БД смарт-карток, та власне, самі смарт-картки, їх передача до ІАЦ.

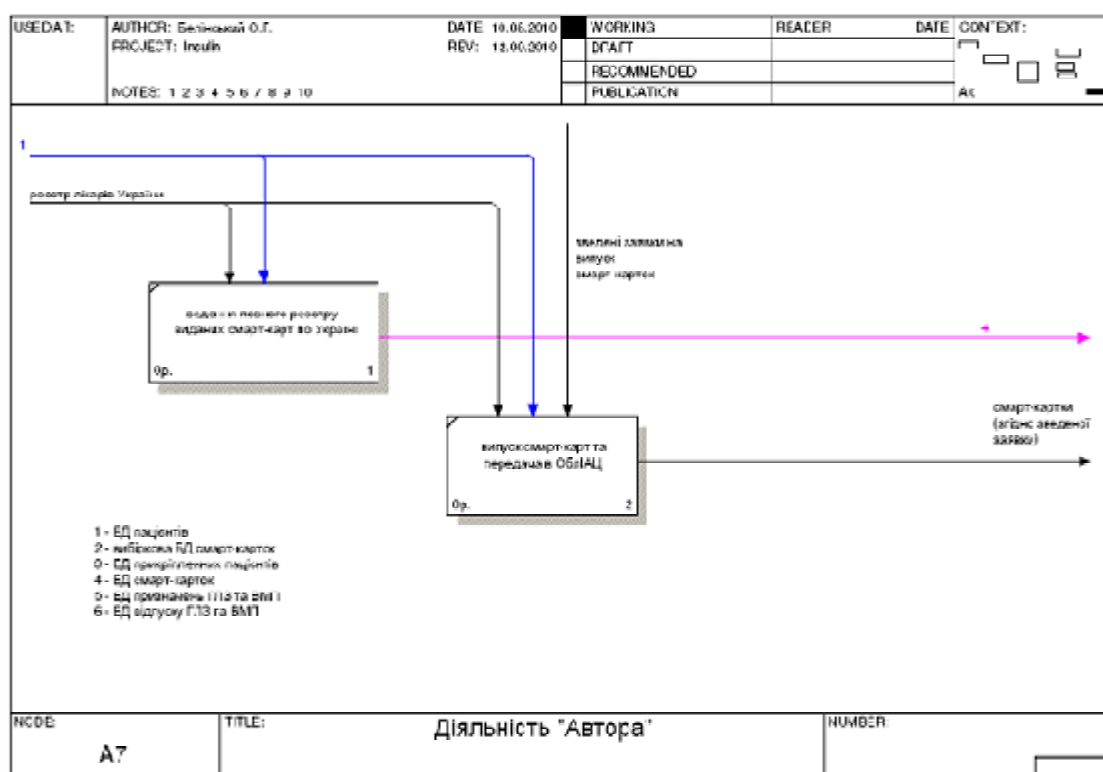


Рис. 10. Діяльність Центру зі створення баз даних.

**Висновки.** В результаті побудованої моделі у першому наближенні був здійснений узагальнений опис системи, що має забезпечити безоплатний відпуск інсуліну пацієнтам із діагнозом цукровий діабет за рецептами лікарів. Перші два сеанси декомпозиції (другий сеанс, переважно демонстраційний) дали змогу побачити проблемні місця системи аби зосередити увагу на їх вирішенні у результаті проведення циклів «автор-читач». Бажаним результатом було б залучення для оцінки наведених даних експертів пред-

метних областей для обговорення у більш широкому форматі презентованої моделі системи з метою уточнення вже побудованих діаграм. Також необхідною умовою подальшого моделювання є запровадження позиції бібліотекаря (згідно визначень IDEF0) для організації інформаційного обміну між авторами та читачами на кожному з сеансів подальших декомпозицій. Це забезпечить своєчасну передачу матеріалів адресатам потрібних версій моделі або зауважень до них.

Окрім цього, слід зазначити, що кожна наступна діаграма декомпозиції певних функціональних блоків може розроблятися окремо та дистанційно з можливістю подальшого злиття моделей за певними чіткими правилами ПЗ СА ВРwin 4.0, що може значно підвищити ефективність та цінність моделей, провести більш детальне опитування спеціалістів і консолідувати накопичену інформацію.

#### **Література**

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 17.08.1998 № 1303 «Про впорядкування безоплатного та пільгового відпуску лікарських засобів за рецептами лікарів у разі амбулаторного лікування окремих груп населення та за певними категоріями захворювань».
2. Дэвид А. Марка, Клемент МакГроуэн Методология структурного анализа и проектирования. – М.: Мета Технология, 1993. – 284 с.
3. Маклаков С.В. Моделирование бизнес-процессов с ВРwin 4.0. / С.В. Маклаков – М.: Диалогмифи, 2002. – 224 с.
4. Ресурс: [www.idef.com](http://www.idef.com).

Кінцевою метою даного аналізу є побудова несуперечливої моделі, що детально опише створену систему та буде відповідати висунутим критеріям прийнятності / оптимальності функціонування. Отримане дозволить найбільш ефективним чином перейти до етапу проектування та подальшого успішного втілення.

5. Аналитика технологических процессов – ПАТ // Промышленное обозрение. – № 3 (14). – 2009. – С. 58 – 60.
6. Верников Г. Основные методологии обследования организаций. Стандарт IDEF0. – Ресурс: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=135>
7. Притыкин Д.А. ВРwin 4.0: пришел, увидел, реорганизовал. – Ресурс: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=4447>
8. Draft Federal Information Processing Standards Publication 183 1993 December 21 Announcing the Standard for INTEGRATION DEFINITION FOR FUNCTION MODELING (IDEF0).

УДК 612.825.8:613.685

## ПІДХОДИ ДО КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЕМОЦІЙНИХ СТАНІВ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ОПЕРАТОРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

В. В. Кальниш<sup>1</sup>, А. В. Швець<sup>2</sup>, А. Л. Буцик<sup>1</sup>

ДУ «Інститут медицини праці АМН України»<sup>1</sup>, м. Київ

Науково-дослідний інститут проблем військової медицини ЗС України<sup>2</sup>, м. Ірпінь

Проведено контент-аналіз сучасної літератури та виявлено на цій основі провідні психофізіологічні елементи формування різних емоційних станів, розроблено підходи до комп'ютерного моделювання цих станів при здійсненні операторської діяльності. Розкриті питання побудови комп'ютерної моделі формування емоційного стану у людини-оператора.

**Ключові слова:** комп'ютерна модель, емоційний стан, операторська діяльність.

## ПОДХОДЫ К КОМПЬЮТЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОПЕРАТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В.В. Кальниш<sup>1</sup>, А.В. Швець<sup>2</sup>, А.Л.Буцик<sup>1</sup>

ГУ «Институт медицины труда АМН Украины», г Киев<sup>1</sup>,

Научно-исследовательский институт проблем военной медицины ВС Украины<sup>2</sup>, г. Ирпень

Проведен контент-анализ современной литературы и выявлены на этой основе психофизиологические элементы формирования разных эмоциональных состояний. Разработаны подходы к компьютерному моделированию этих состояний при осуществлении операторской деятельности. Раскрыты вопросы построения компьютерной модели формирования эмоционального состояния у человека-оператора.

**Ключевые слова:** компьютерная модель, эмоциональное состояние, операторская деятельность.

## THE APPROACHES OF EMOTIONAL COMPUTER MODELING AT THE REALIZATION OF OPERATOR ACTIVITY

V. V. Kalnysh<sup>1</sup>, A. V. Shvets<sup>2</sup>, A. L. Butsyk<sup>1</sup>

State Institution "Institute For Occupational Health of the AMS of Ukraine", Kyiv

Research Institute of Military Medicine Problems of Ukrainian AF<sup>2</sup>, Irpin

The content-analysis of up to date literature has been carried out and on this basis the basic psychophysiological elements of different emotional status's formation has been revealed. The approaches of this condition at computer modeling have been developed at the realization of operator activity. The questions of computer model construction of emotional status formation in the human-operator have been discovered.

**Key words:** computer model, emotional status, operator activity.

**Вступ.** У наш час бурхливий розвиток комп'ютерних технологій породжує та забезпечує постійний рух та взаємодію різноманітних потоків великого обсягу інформації. Це певним чином підвищує емоційне напруження оператора, яке набуває відповідного емоційного забарвлення. Тому вивчення і розуміння механізмів його поведінки в таких умовах є нагальною потребою. Підкреслюється велике значення емоційних процесів як форм психічного віддзеркалення ре-

альних подій, що проявляються як у суб'єктивних переживаннях, так і у фізіологічних реакціях і діях. Ці процеси кореспондують із сигнальною, спонукальною і енергетичною функціями, а також з функціями уваги, пам'яті і таке інше, та найтіснішим чином переплетені та взаємодоповнюють один одного [1, 2, 3, 4, 5].

Сучасні джерела довели, що на швидкість і якість прийняття рішення впливає не тільки здатність збирати та аналізувати великий обсяг релевантної інфор-

мації, але й вибухонебезпечний коктейль емоцій, який їх супроводжує [6]. Показано що психофізіологічні стани з різним знаком емоційного забарвлення суттєво впливають на імунну систему та в цілому на здоров'я людини [7]. Багато досліджень присвячено виявленню церебральних механізмів забезпечення діяльності операторів в різних емоційних станах [8, 9]. Показана також роль емоцій в модуляції просторової уваги, яка забезпечує гнучке сприйняття інформації та пластичність дії [6], виявлені нейрофізіологічні механізми впливу емоційного стресу на оцінку поточної ситуації [10].

**Мета дослідження** – обґрунтувати підходи та розробити спосіб до комп'ютерного моделювання емоційних станів при здійсненні операторської діяльності.

**Матеріали і методи дослідження.** Шляхом проведення контент-аналізу сучасної літератури було виявлено основні елементи формування різних емоційних станів та розроблено підходи до комп'ютерного моделювання цих станів при здійсненні операторської діяльності.

**Результати та їх обговорення.** Фундаментальність проблеми вивчення впливу емоційних станів на якість прийняття рішень у процесі операторської діяльності обґрунтовується тим, що Б.М. Теплов і В.Д. Небиліцин виділили найбільш загальні властивості психіки людини: активність і емоційність. У своїх роботах В.Д. Небиліцин [11] припустив, що активність залежить від індивідуальних особливостей функціонування центральної нервової системи (передні відділи нової кори та активуюча ретикулярна формація мозкового стовбура), а емоційність визначається взаємодією фронтального неокортексту з лімбічною системою мозку.

Насамперед, необхідно розібратися у фундаментальних питаннях, що визначають суть емоційних процесів, які відбуваються в організмі людини. Велику увагу вирішенню цього питання приділяли корифеї психологічної та фізіологічної науки: С.Л. Рубінштейн, А.Н. Леонтьєв, П.К. Анохін П.В. Сімонов, А.Р. Лурія та інші. Емоції є особливим класом суб'єктивних станів. Вони у формі безпосередніх переживань приємного або неприємного відбивають і формують ставлення людини до подій, що відбуваються. Як вказував С.Л. Рубінштейн [12], особливо тісним є зв'язок між емоціями людини і її власною діяльністю. Задоволення й невдоволення, напруження й розрядка, збудження й заспокоєння – це найбільш загальні якості, які характеризують нескінченно різноманітні емоції, почуття людини. Залежно від ступеня відповідності результату дії найбільш актуальній для осо-

бистості в даній ситуації на даний момент потребі в суб'єкта формується позитивна або негативна емоція, почуття, пов'язане із задоволенням або невдоволенням. Позитивна або негативна якість емоції визначається співвідношенням між метою та результатом дії. Можливо також існування його нейтральних ділянок, коли ті або інші виконувані операції не мають самостійного значення. У випадку, коли дія та викликаний нею хід подій приймає суперечливий, конфліктний характер, емоційний стан суб'єкта приймає більше збуджений характер. При гармонічному, безконфліктному перебігу процесу, його емоційне забарвлення має спокійніший характер, а сформоване ним почуття має менше гостроти та збудження. Емоція робить індивіда більш-менш чутливим до тих чи інших спонукань і створює, так би мовити, систему «шлюзів», які в емоційних станах встановлюються на ту або іншу висоту, обумовлюючи тонус і пристосовуючи темпи діяльності до того або іншого рівня. У цілому емоційні процеси можуть і підвищити ефективність діяльності і дезорганізувати її; підвищуючи активність в одному напрямку, емоція тим самим порушує або дезорганізує її в іншому.

А.Н. Леонтьєв [13] висловив думку, що емоції мають чітко виражений ситуаційний характер, тобто відображають відношення суб'єкта до складних або потенційно можливих ситуацій у процесі діяльності та власних проявів у них, відіграючи роль внутрішніх сигналів, що безпосередньо відбивають відносини між мотивами та реалізацією цих мотивів. У якомусь сенсі вони здатні передбачати ситуації та події, які реально ще не наступили, і виникають у зв'язку з уявленнями про пережиті або уявні ситуації. Емоції являють собою часом інерційні стани, що лише слабо проявляються в зовнішній поведінці. Особливість емоцій полягає в тому, що самі вони не несуть інформації про зовнішні об'єкти, про їхні зв'язки та взаємовідносини, про ті ситуації, у яких відбувається діяльність суб'єкта, але є важливим регуляторним механізмом організму при їх реалізації шляхом оцінки здійсненої, здійснюваної та санкціонування майбутньої діяльності.

Виходячи з позиції П.К. Анохіна [14], основною рисою емоційного стану є його інтегральність. Емоції, охоплюючи організм у цілому, надають стану людини певний тип переживань і є для нього абсолютним індикатором корисності або шкідливості впливу. Організм був би негайно зруйнований, якби цього механізму не існувало. Архітектура живого організму визначає об'єктивне існування деякого єдиного плану, завдяки якому всі його різноманітні функції схвалюються або

відкидаються на підставі принципу відповідності сформованому на даний час емоційному стану, що сформувався у відповідь на якість реалізації плану. У процесі еволюції емоції закріпилися як своєрідний інструмент, що підтримує життєвий процес у його оптимальних межах, попереджуючи руйнівний характер недоліків або надлишків яких-небудь факторів життя для даного організму. Позитивний емоційний стан при задоволенні певної потреби виникає лише в тому випадку, якщо зворотна інформація від результатів дії, що відбулися, збігається з усіма компонентами позитивного результату. Цією емоцією закріплюються правильність будь-якого функціонального прояву й повноцінність здійсненого пристосування. Розбіжність із результатом негайно веде до появи занепокоєння людини і, за допомогою способу пробних посилок різних еферентних збуджень, спонукає до пошуку нових, більш ефективних дій, які б привели до формування повноцінної емоції задоволення.

Згідно потребнісно-інформаційної теорії емоцій Сімонова П.В. [15], є три регуляторні функції емоцій: перемикаюча, підкріплювальна («емоційний резонанс») і компенсаторна. Він показав, що емоція є активним станом системи спеціалізованих мозкових структур, що спонукає змінити поведінку в напрямку мінімізації або максимізації цього стану (перемикаюча функція). Наявність позитивного емоційного фону свідчить про наближення задоволення потреби, а негативного – про віддалення від нього. Тому суб'єкт (свідомо або інтуїтивно) прагне максимізувати, тобто підсилити або продовжити перший стан і мінімізувати (послабити, перервати, запобігти) другий. Перемикаюча функція емоцій особливо яскраво проявляється у випадку прояву конкуренції мотивів, при виділенні домінуючої потреби, що встановлює тактику поведінки. Однією зі специфічних різновидів емоцій є підкріплювальна функція. За допомогою цієї функції реалізується позитивний зворотний зв'язок. Діючи на певний емоційний стан, він здатний підсилити його. Емоції безпосередньо впливають на церебральні системи, що формують поведінку, процеси сприйняття зовнішніх сигналів і вивільнення образів цих сигналів з пам'яті, а також вегетативні функції, що регулюють рівень емоційного напруження людини. Розвиток такого напруження трансформує форми поведінки, що проявляються в спокійному стані. Породжуються інші принципи оцінки зовнішніх сигналів, і відбувається інше реагування на них, що супроводжується в певних випадках виробленням негативних емоцій. У процесі життєдіяльності еволюція сформувала спеціальний механізм еліміна-

вання таких негативних емоцій, що функціонує в залежності від розмірів дефіциту прагматичної інформації та послабляє їхній прояв в міру ліквідації цього дефіциту. Компенсаторна функція позитивних емоцій реалізується через вплив на потребу, що ініціює певну поведінку. При низькій імовірності досягнення мети навіть невеликий успіх породжує позитивну емоцію наснаги, що, у свою чергу, підсилює цю потребу. В інших обставинах, прагнучи до повторного переживання позитивних емоцій, живі істоти активно порушують досягнуте «врівноваження» і спеціально роблять пошук ситуацій невизначеності, де отримана інформація могла б перевищити передбачуваний прогноз і призвести до посилення відповідних відчуттів. Цим позитивні емоції компенсують недолік незадоволених потреб і служать механізмом перешкоди деградації живої системи та спонукують її до саморозвитку. Наявність знаку емоцій свідчить про існування двох основних категорій потреб: потреби попиту та потреби росту, а також двох різновидів мотивацій – негативних і позитивних.

Оцінюючи та підсумовуючи всю сукупність представлених матеріалів, можна побудувати певну умовну схему формування конкретного емоційного стану, стосовно до діяльності людини-оператора (рис. 1).

Залежно від виниклої потреби людина-оператор виробляє певну ціль майбутніх дій. Ціль породжує мотив, що, взаємодіючи з поточною емоцією, сприяє виробленню певного рішення, пов'язаного з тим або іншим (залежно від сформованої ситуації) видом дій. Дії приводять до відповідного результату, інформація про який, надходячи в апарат порівняння з актуальною потребою (за П.К.Анохіним акцептор результату дії), сприяє формуванню адекватного емоційного стану людини. Абстрактність і спрощеність представленої схеми очевидна, але вона дає можливість розібратися у механізмі вироблення відповідного до даної потреби емоційного стану людини-оператора.

Для здійснення комп'ютерного моделювання певного емоційного стану необхідно розуміти, що у якості емоційного стимулу можна застосувати найрізноманітніші впливи на людину; їх є десятки. Але при цьому важливою є та обставина, що кожний вплив повинен бути значимим для випробуваного [16]. Серед популярних і добре апробованих прийомів стимулювання емоцій для моделювання можуть бути придатні такі: підвищення почуття відповідальності за виконання завдання (шляхом нагороди або покарання), організація змагальної обстановки (комп'ютерні ігри), несподівані та різні за силою і спрямованістю впливи (звукові, світлові), неприємні видовища



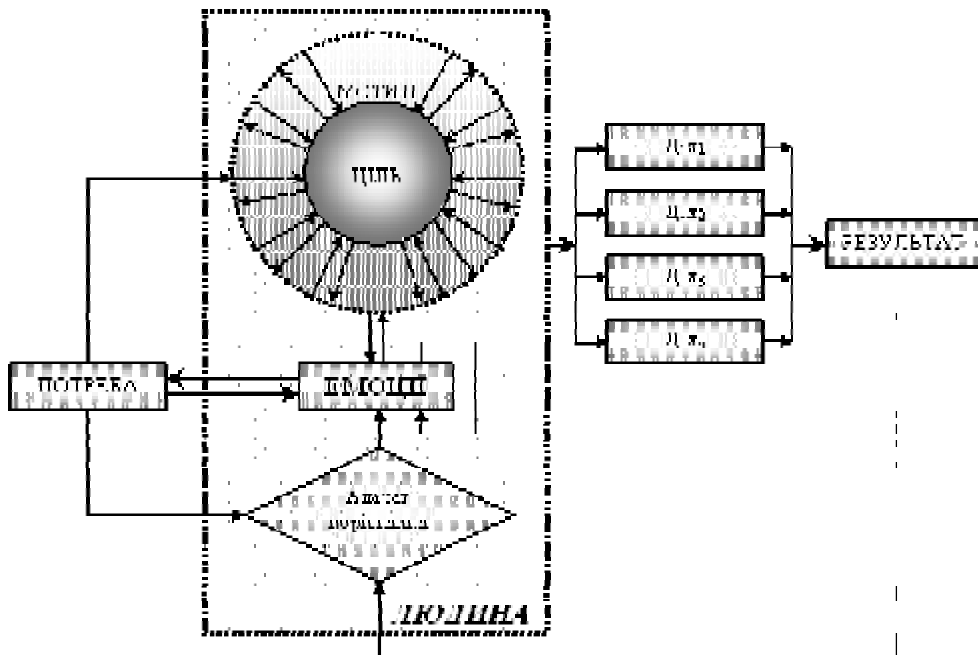


Рис 1. Структурно-функціональна схема формування в організмі людини певного емоційного стану.

(психотравмуючі картинки, фільми та ін.), штучні ускладнення виконання завдання (перешкоди, близькі за змістом до виконуваної діяльності, пред'явлення нездійсненого завдання в умовах організації змагань та ін.), створення труднощів (у вигляді дефіциту часу, інформації, координаційної складності виконання зав-

дання, «розпилення» уваги в умовах гострої зацікавленості у виконанні завдання та ін.), монотонія (виконання дуже простих завдань, що повільно чергуються) і інші. В узагальненому виді процедура формування певного емоційного забарвлення операторської діяльності представлена на рис. 2.

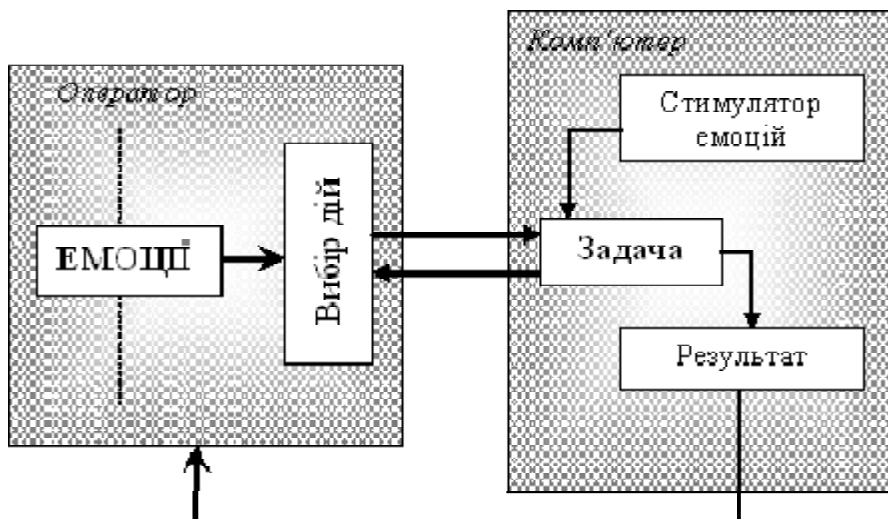


Рис. 2. Структурно-функціональна схема формування емоційних станів при здійсненні операторської діяльності.

У цьому випадку потреба у виконанні операторської діяльності у випробуваного тим чи іншим способом формується випробувачем. Важливим елементом здійснення моделювання є «стимулятор емоцій». Цей програмно реалізований апарат є ключовим в організації процедури емоційного впливу. Серед безлічі таких впливів одним з найбільш ефективних

можна вважати спосіб дезорієнтації випробуваного шляхом неправильного інформування про успішність виконання пропонованих комп'ютером завдань.

Якщо при правильному виконанні завдання індикацію про помилку давати не постійно, а з певною ймовірністю, то у випробуваного будуть виникати й накопичуватися почуття здивування, незадоволення,

подразнення і т.п., що мають негативне емоційне забарвлення. Такі емоції можуть викликати затримку наступних реакцій на вирішення чергового завдання, досліджуючи їх, можна аналізувати впливи негативних емоційних станів на якість прийняття рішень під час здійснення операторської діяльності.

У певному сенсі близькі до викладеного підходи описані А.Р.Лурия [17] при діагностиці слідів афекту. У рамках використання методу асоціативного експерименту випробуваному пред'являлося те чи інше слово, на яке він повинен відповісти найпершим словом, що спало йому на думку. Як вказує автор, у звичайних випадках відповідне слово завжди виявляється строго детермінованим і як правило не виявляє випадкового характеру. Справа різко змінюється, коли випробуваному пред'являється слово, що збуджує в нього той або інший афективний спогад. У таких випадках асоціативний процес сильно гальмується, оскільки випробуваному спадає на думку відразу багато відповідних слів (або жодного слова), які плутають у нього звичайний хід асоціацій. Описа-

ний феномен автор пояснює тим, що словесний подразник може провокувати пов'язані з ним афективні стани, і ці афективні моменти спотворюють подальший хід асоціацій. Аналіз моторної сфери в цьому випадку дає можливість досліджувати афективні сліди більш об'єктивно та сильно розширити межі розуміння досліджуваних явищ.

Отже, на основі аналізу сучасних та класичних літературних джерел було запропоновано підходи до здійснення комп'ютерного моделювання деяких емоційних станів людини, яка інтенсивно перероблює потік інформації. Розроблені підходи можуть бути застосовані для дослідження механізмів прийняття якісних рішень при здійсненні операторської діяльності.

**Висновки.** 1. Запропоновано структурно-функціональну схему формування в організмі людини-оператора відповідного емоційного стану. 2. Розроблено підходи до комп'ютерного моделювання деяких емоційних станів при переробці потоку інформації. 3. Запропоновано спосіб реалізації стимулятора емоцій у змодельованій операторській діяльності.

#### Література

- Карпов А. В. Психология принятия решений в профессиональной деятельности / А. В. Карпов. – Ярославль: ЯрГУ, 1991. – 153 с.
- Котик М. А. Природа ошибок человека-оператора / М. А. Котик, А. М. Емельянов. – М.: Транспорт, 1993. – 253 с.
- Maynard D. C. Effects of Objective and Subjective Task Complexity on Performance / D. C. Maynard, M. D. Hakel // Human Performance. – 1997. – Vol. 10, № 4. – P. 303 – 330.
- Матюхин В. В. Умственная работоспособность с позиции теории о функциональных системах: обзор литературы В. В. Матюхин // Медицина труда и промышленная экология. – 1993. – №3-4. – С. 28-31.
- Судаков К. В. Механизмы застойных изменений в лимбо-ретикулярных структурах мозга при эмоциональном стрессе // Психоэмоциональный стресс; под ред. В. К. Судакова. – М.: ПИИ им. П. К. Анохина, 1992. – Т. 1. – С. 7-27.
- Pourtois G. Dynamics of emotional effects on spatial attention in the human visual cortex / G. Pourtois, P. Vuilleumier // Prog. Brain Res. – 2006. – Vol. 156. – P. 67 – 91.
- Denson T. F. Cognitive appraisals and emotions predict cortisol and immune responses: A meta-analysis of acute laboratory social stressors and emotion inductions / T. F. Denson, M. Spanovic, N. Miller // Psychol. Bull. – 2009. – Vol. 135, №6. – P. 823-853.
- Eimer M. Event-related brain potential correlates of emotional face processing / M. Eimer, A. Holmes // Neuropsychologia. – 2007. – Vol. 45, №1. – P. 15 – 31.
- Vuilleumier P. Distributed and interactive brain mechanisms during emotion face perception: evidence from functional neuroimaging / P. Vuilleumier, G. Pourtois // Neuropsychologia. – 2007. – Vol. 45, №1. – P.174 – 194.
- Rossignol M. [et al]. The perception of fearful and happy facial expression is modulated by anxiety: an event-related potential study / M. Rossignol, P. Philippot, C. Douilliez [et al]. // Neurosci. Lett. – 2005. – Vol. 377, №2. – P. 115 – 120.
- Небылицын В.Д. К вопросу об общих и частных свойствах нервной системы / В.Д. Небылицын // Вопросы психологии. – 1968. – №4. – С. 29-43.
- Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии / С.Л. Рубинштейн. – СПб: Издательство "Питер", 2000. – 712 с.
- Леонтьев А.Н. Потребности, мотивы, эмоции // Психология эмоций. [Тексты]. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. – 288 с.
- Анохин П.К. Эмоции // Избранные труды. Философские аспекты теории функциональной системы. – М.: Наука, 1978. – С. 311-335
- Симонов П.В. Потребностно-информационная теория эмоций / П.В. Симонов // Вопросы психологии. – 1982. – № 6. – С. 44-56.
- Методики психодиагностики в спорте / [В.Л. Маришук, Ю.М. Блудов, В.А. Плахтиенко, Л. К. Серова] – М., 1984. – 190 с.
- Лурия А.Р. Диагностика следов аффекта // Психология эмоций. [Тексты.] – М.: Изд-во МГУ, 1984. – С. 225-237.

УДК 51-76 : 616.4

## **ВИКОРИСТАННЯ ФОРМУЛИ БАЙЕСА ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИНИКНЕННЯ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ**

**С. М. Злепко<sup>1</sup>, Н. М. Сулова<sup>1</sup>, П. Г. Прудіус<sup>2</sup>, С. В. Павлов<sup>1</sup>**

*Вінницький національний технічний університет<sup>1</sup>*

*Вінницький обласний клінічний ендокринологічний диспансер<sup>2</sup>*

Стаття присвячена проблемі прогнозування цукрового діабету, зокрема діагностиці переддіабетичного стану. Розроблена математична модель прогнозування розвитку у пацієнта цукрового діабету I або II типу на основі діагностичного опитувальника.

**Ключові слова:** цукровий діабет, прогнозування, математичне моделювання, формула Байеса.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОРМУЛЫ БАЙЕСА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ САХАРНОГО ДИАБЕТА**

**С. М. Злепко<sup>1</sup>, Н. Н. Сулова<sup>1</sup>, Ф. Г. Прудіус<sup>2</sup>, С. В. Павлов<sup>1</sup>**

*Вінницький національний технічний університет<sup>1</sup>*

*Вінницький обласний клінічний ендокринологічний диспансер<sup>2</sup>*

Стаття посвящена проблеме прогнозирования сахарного диабета, в частности диагностике преддиабетического состояния. Разработана математическая модель прогнозирования развития у пациента сахарного диабета I или II типа на основе диагностического опросника.

**Ключевые слова:** сахарный диабет, прогнозирование, математическое моделирование, формула Байеса.

## **USING OF BAYES FORMULA FOR PROGNOSTICATION OF DIABETES MELLITUS ORIGIN**

**S. M. Zlepko<sup>1</sup>, N. M. Surova<sup>1</sup>, P. H. Prudyus<sup>2</sup>, S. V. Pavlov<sup>1</sup>**

*Vinnitsia National Technical University<sup>1</sup>*

*Vinnitsia Regional Clinical Endocrinology Dispensary<sup>2</sup>*

The article is devoted to the problem of diabetes mellitus prognostication, in particular to diagnostics of the pre-diabetic state. The mathematical model of diabetes mellitus of I or II type development prognostication is developed on the basis of diagnostic questionnaire.

**Key words:** diabetes mellitus, prognostication, mathematical model, Bayes formula.

**Вступ.** Останні роки розвитку суспільства характеризуються стрімким зростанням захворюваності на цукровий діабет в усьому світі, а в Україні — особливо. Питання профілактики та лікування цієї важкої патології набувають все більшої актуальності і потребують комплексного підходу, участі клініцистів різного профілю, а також представників неклінічних дисциплін.

Якщо розглянути рівні захворюваності на діабет на різних континентах, то можна зауважити, що в Європі, кількість населення якої приблизно дорівнює кількості

населення Африки, хворих на цукровий діабет значно більше, ніж в Африці.

Вважається, що в Україні близько одного мільйона хворих на цукровий діабет. Можна з впевненістю говорити про набагато більшу кількість хворих у дійсності. Що ж стосується розподілу захворювання по різних регіонах України, то найвища захворюваність реєструється в Києві та Київській області, а також у Донецькій області. З одного боку, це результат кращої діагностики хвороби в цих регіонах, з другого — впливу несприятливих факторів довкілля [1].

Багато людей не знають, що вони хворі на цукровий діабет або мають переддіабет, тобто порушення глікемії натще (ПГН) або порушення толерантності до глюкози (ПТГ); у частини таких хворих уже розвинулися характерні мікрovasкулярні зміни, що виникають як наслідок діабету. В усьому світі кількість людей з переддіабетом складає приблизно 314 млн., і, згідно з прогнозами, до 2025 року ця кількість зросте до 418 млн. Оскільки поширеність діабету і потреба у його прогнозуванні й надалі зростають, пов'язані з діабетом захворюваність і смертність стали основними проблемами системи охорони здоров'я.

**Постановка проблеми.** Переддіабет в 3—10 разів підвищує короткотривалий абсолютний ризик виникнення цукрового діабету, при чому у деяких популяціях цей ризик вищий, ніж в інших. Особи з цукровим діабетом уразливі до виникнення множинних і комплексних медичних ускладнень. До цих ускладнень належать як серцево-судинні захворювання (ССЗ) (ішемічна хвороба серця, інсульт, захворювання периферійних судин), так і мікросудинні ушкодження (а саме ретинопатія, нейропатія).

Епідеміологічні дані підтверджують, що ускладнення діабету починаються рано, прогресуючи від нормальної толерантності до глюкози до вираженого діабету. Рання ідентифікація і лікування осіб з переддіабетом може потенційно зменшити або затримати прогресування діабету і відстрочити ССЗ та мікросудинні ураження.

Діагноз переддіабет найчастіше робиться на підставі лише глікемічних критеріїв, а саме ПГН і / або ПТГ, причому адекватність порогових точок для встановлення цього діагнозу ще й досі є предметом для обговорення.

Особи з переддіабетичним станом мають три можливі варіанти розвитку подій за довготривалими спостереженнями: у одній третини розвивається діабет другого типу, у одній третини залишається переддіабетичний стан, у одній третини відновлюється нормоглікемія.

На сьогодні не існує затвердженої схеми лікування переддіабету та чіткої системи визначення даного діагнозу, зокрема прогнозування перебігу хвороби на майбутнє.

**Мета роботи.** Метою роботи є побудова математичної моделі прогнозування розвитку цукрового діабету, зокрема, визначення переддіабетичного стану на основі діагностичних тестів.

Для знаходження ймовірності переддіабетичного стану пацієнта розробляються математичні моделі

пацієнтів, хворих на цукровий діабет першого та другого типу, а також здорових людей на основі анкетних даних (діагностичних тестів) та формули Байєса.

**Вирішення проблеми.** Для створення системи прогнозування цукрового діабету будемо використовувати анкету, яка являє собою перелік питань і можливих варіантів відповідей. Діагностичні тести, за аналогією з [2], повинні бути побудовані за таким принципом:

1. Перша група питань — це питання, які дозволяють отримати інформацію про стан здоров'я пацієнта, на який не може вплинути лікування.

2. Друга група питань — це питання, які дозволяють отримати інформацію про стан здоров'я пацієнта, який підлягає частковому лікуванню (наприклад, алкоголізм).

3. Третя група питань — це питання, які дозволяють отримати інформацію про стан здоров'я пацієнта, який підлягає лікуванню.

Це пов'язано з тим, що у випадку прогнозування виникнення цукрового діабету, корегуючи питання другої та третьої груп математичної моделі пацієнтів, які хворіють на цукровий діабет, можна отримати оптимальний спосіб профілактичного лікування.

Серед цих питань повинна бути певна мінімальна, але достатня кількість таких, за наявності яких може працювати система прогнозування. Вони обов'язково повинні чітко визначати появу цукрового діабету першого та другого типу або ж його відсутність, а відповіді на них пацієнт повинен давати в першу чергу. Решта питань повинна містити додаткову інформацію, яка допомагає точніше визначити ймовірність переддіабетичного стану.

Анкету, заповнену пацієнтом, можна представити у вигляді матриці, наприклад:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \mathbf{L} & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \mathbf{L} & a_{2m} \\ \mathbf{L} & \mathbf{L} & \mathbf{L} & \mathbf{L} \\ a_{n1} & a_{n2} & \mathbf{L} & a_{nm} \end{pmatrix}$$

де  $a_{ij}$  —  $j$ -тий варіант відповіді на  $i$ -те питання. Тобто першому питанню відповідають варіанти відповідей  $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1m}$ , другому —  $a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2m}$ ,  $n$ -му —  $a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nm}$ .

На кожне питання може бути лише один варіант відповіді, тобто якщо пацієнт вибрав відповідь  $a_{ij}$  на  $i$ -те питання, то цьому елементу матриці відповідатиме одиниця, а всім іншим варіантам автоматично присвоюється значення нуля.

Заповнена анкета матиме вигляд, наприклад, такий:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & \dots & 0 \\ 1 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

тобто на перше питання пацієнт обрав другий варіант відповіді, на друге – перший варіант відповіді, на  $n$ -те –  $m$ -тий варіант відповіді.

Нехай для побудови системи прогнозування цукрового діабету було опитано наступних пацієнтів:

–  $n_1$  – кількість досліджуваних хворих на цукровий діабет 1-го типу;

–  $n_2$  – кількість досліджуваних хворих на цукровий діабет 2-го типу;

–  $n_3 = n_1 + n_2$  – кількість досліджуваних хворих на цукровий діабет;

–  $n_4$  – кількість досліджуваних здорових пацієнтів.

На основі даних анкет досліджуваних пацієнтів побудуємо:

$H_1$  – математичну модель пацієнта, за допомогою якої можна отримати прогноз, що у нього на протязі 5 років може виникнути цукровий діабет 1-го типу і яка сформована на основі інформації про  $n_1$ ;

$H_2$  – математичну модель пацієнта, за допомогою якої можна отримати прогноз, що у нього на протязі 5 років може виникнути цукровий діабет 2-го типу і яка сформована на основі інформації про  $n_2$ ;

$H_3$  – математичну модель пацієнта, за допомогою якої можна отримати прогноз, що у нього на

протязі 5 років може виникнути цукровий діабет якого-небудь типу і яка сформована на основі інформації про  $n_3$ ;

$H_4$  – математичну модель пацієнта, за допомогою якої можна отримати прогноз, що він на протязі 5 років не захворіє на цукровий діабет і яка сформована на основі інформації про  $n_4$ .

Математичні моделі  $H_i, i = 1, 4$  являють собою матриці, елементами яких є імовірності, що знайдені на основі інформації про хворих або здорових людей відповідно. Так, математична модель  $H_1$  матиме вигляд:

$$\begin{pmatrix} \frac{b_{11}}{n_1} & \frac{b_{12}}{n_1} & \dots & \frac{b_{1m}}{n_1} \\ \frac{b_{21}}{n_1} & \frac{b_{22}}{n_1} & \dots & \frac{b_{2m}}{n_1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{b_{n1}}{n_1} & \frac{b_{n2}}{n_1} & \dots & \frac{b_{nm}}{n_1} \end{pmatrix}$$

тобто  $b_{11}$  – кількість пацієнтів, які дали позитивну відповідь на 1-ий варіант 1-го питання,  $b_{12}$  – кількість пацієнтів, які дали позитивну відповідь на 2-ий варіант 1-го питання,  $b_{nm}$  – кількість пацієнтів, які дали позитивну відповідь на  $m$ -ий варіант  $n$ -го питання.

Аналогічно будуються й моделі  $H_2, H_3, H_4$  відповідно:

$$\begin{pmatrix} \frac{c_{11}}{n_2} & \frac{c_{12}}{n_2} & \dots & \frac{c_{1m}}{n_2} \\ \frac{c_{21}}{n_2} & \frac{c_{22}}{n_2} & \dots & \frac{c_{2m}}{n_2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{c_{n1}}{n_2} & \frac{c_{n2}}{n_2} & \dots & \frac{c_{nm}}{n_2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{b_{11} + c_{11}}{n_1 + n_2} & \frac{b_{12} + c_{12}}{n_1 + n_2} & \dots & \frac{b_{1m} + c_{1m}}{n_1 + n_2} \\ \frac{b_{21} + c_{21}}{n_1 + n_2} & \frac{b_{22} + c_{22}}{n_1 + n_2} & \dots & \frac{b_{2m} + c_{2m}}{n_1 + n_2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{b_{n1} + c_{n1}}{n_1 + n_2} & \frac{b_{n2} + c_{n2}}{n_1 + n_2} & \dots & \frac{b_{nm} + c_{nm}}{n_1 + n_2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{d_{11}}{n_4} & \frac{d_{12}}{n_4} & \dots & \frac{d_{1m}}{n_4} \\ \frac{d_{21}}{n_4} & \frac{d_{22}}{n_4} & \dots & \frac{d_{2m}}{n_4} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{d_{n1}}{n_4} & \frac{d_{n2}}{n_4} & \dots & \frac{d_{nm}}{n_4} \end{pmatrix}$$

Формула Байєса має вигляд [3]:

$$P(H_i / A) = \frac{P(H_i) \cdot P(A / H_i)}{\sum_{k=1}^n P(H_k) \cdot P(A / H_k)}$$

$H_i, i = 1, 4$  – визначені вище, а подією  $A$  означимо те, що пацієнт взяв анкету і заповнив її, а в результаті

ми отримали матрицю діагностичного тесту, з якою будемо працювати далі.

Будемо обчислювати наступні ймовірності:

$P(H_i/A)$  – ймовірність того, що матриця, заповнена пацієнтом, збігається з математичною моделлю  $H_i$ , тобто існує ймовірність, що пацієнт захворіє на цукровий діабет першого типу;



$P(H_2/A)$  – ймовірність того, що матриця, заповнена пацієнтом, збігається з математичною моделлю  $H_2$ , тобто існує ймовірність, що пацієнт захворіє на цукровий діабет другого типу;

$P(H_3/A)$  – ймовірність того, що матриця, заповнена пацієнтом, збігається з математичною моделлю  $H_3$ , тобто існує ймовірність того, що пацієнт захворіє на цукровий діабет будь-якого типу;

$P(H_4/A)$  – ймовірність того, що матриця, заповнена пацієнтом, збігається з математичною моделлю  $H_4$ ,

тобто існує ймовірність того, що пацієнт не захворіє на цукровий діабет.

Для формування прогнозу спочатку обчислюють ймовірності  $P(H_3/A)$  та  $P(H_4/A)$  для визначення того, чи потрапляє пацієнт в групу ризику захворіти на цукровий діабет, і, якщо потрапляє, то знаходять ймовірності  $P(H_1/A)$  та  $P(H_2/A)$ , що дозволяє визначити тип цукрового діабету.

Розглянемо перший етап прогнозування:

$$P(H_4 / A) = \frac{P(H_4) \cdot P(A / H_4)}{P(H_3) \cdot P(A / H_3) + P(H_4) \cdot P(A / H_4)}, \quad P(H_3 / A) = 1 - P(H_4 / A)$$

де  $P(H_3) = \frac{n_3}{n_3 + n_4}$ ,  $P(H_4) = \frac{n_4}{n_3 + n_4}$ ,  $P(H_3/A)$  та  $P(H_4/A)$  визначаються наступним чином: якщо матриця  $H_3$  має вигляд

$$\begin{pmatrix} \frac{b_{11} + c_{11}}{n_1 + n_2} & \frac{b_{12} + c_{12}}{n_1 + n_2} & \mathbf{L} & \frac{b_{1m} + c_{1m}}{n_1 + n_2} \\ \frac{b_{21} + c_{21}}{n_1 + n_2} & \frac{b_{22} + c_{22}}{n_1 + n_2} & \mathbf{L} & \frac{b_{2m} + c_{2m}}{n_1 + n_2} \\ \mathbf{L} & \mathbf{L} & \mathbf{L} & \mathbf{L} \\ \frac{b_{n1} + c_{n1}}{n_1 + n_2} & \frac{b_{n2} + c_{n2}}{n_1 + n_2} & \mathbf{L} & \frac{b_{nm} + c_{nm}}{n_1 + n_2} \end{pmatrix}, \text{ а матриця, заповнена пацієнтом – } \begin{pmatrix} 0 & 1 & \mathbf{L} & 0 \\ 1 & 0 & \mathbf{L} & 0 \\ \mathbf{L} & \mathbf{L} & \mathbf{L} & \mathbf{L} \\ 0 & 0 & \mathbf{L} & 1 \end{pmatrix}, \text{ то}$$

$$P(A / H_3) = \frac{b_{12} + c_{12}}{n_1 + n_2} \cdot \frac{b_{21} + c_{21}}{n_1 + n_2} \cdot \mathbf{K} \cdot \frac{b_{nm} + c_{nm}}{n_1 + n_2}. \text{ Аналогічно визначається і } P(A / H_4) = \frac{d_{12}}{n_4} \cdot \frac{d_{21}}{n_4} \cdot \mathbf{K} \cdot \frac{d_{nm}}{n_4}.$$

Отже, врахувавши, що  $n_3 = n_1 + n_2$ , отримаємо наступну формулу для обчислення ймовірності того,

що пацієнт на протязі наступних 5-ти років не захворіє на цукровий діабет:

$$P(H_4 / A) = \frac{\frac{n_4}{n_1 + n_2 + n_4} \cdot \left( \frac{d_{12}}{n_4} \cdot \frac{d_{21}}{n_4} \cdot \mathbf{K} \cdot \frac{d_{nm}}{n_4} \right)}{\frac{n_1 + n_2}{n_1 + n_2 + n_4} \cdot \left( \frac{b_{12} + c_{12}}{n_1 + n_2} \cdot \frac{b_{21} + c_{21}}{n_1 + n_2} \cdot \mathbf{K} \cdot \frac{b_{nm} + c_{nm}}{n_1 + n_2} \right) + \frac{n_4}{n_1 + n_2 + n_4} \cdot \left( \frac{d_{12}}{n_4} \cdot \frac{d_{21}}{n_4} \cdot \mathbf{K} \cdot \frac{d_{nm}}{n_4} \right)}, \quad (1)$$

а ймовірність того, що пацієнт на протязі 5-ти наступних років захворіє на цукровий діабет, визначається за формулою:

$$P(H_3 / A) = 1 - P(H_4 / A) \quad (2)$$

На другому етапі прогнозування виконують розра-

хунки, аналогічні розрахункам на першому етапі, використовуючи дані матриць  $H_1$ ,  $H_2$  і матрицю, заповнену пацієнтом, в результаті чого отримуємо формулу для обчислення ймовірності того, що пацієнт на протязі 5-ти наступних років захворіє на цукровий діабет 1-го типу:

$$P(H_1 / A) = \frac{\frac{n_1}{n_1 + n_2} \cdot \left( \frac{b_{12}}{n_1} \cdot \frac{b_{21}}{n_1} \cdot \mathbf{K} \cdot \frac{b_{nm}}{n_1} \right)}{\frac{n_2}{n_1 + n_2} \cdot \left( \frac{c_{12}}{n_2} \cdot \frac{c_{21}}{n_2} \cdot \mathbf{K} \cdot \frac{c_{nm}}{n_2} \right) + \frac{n_1}{n_1 + n_2} \cdot \left( \frac{b_{12}}{n_1} \cdot \frac{b_{21}}{n_1} \cdot \mathbf{K} \cdot \frac{b_{nm}}{n_1} \right)}, \quad (3)$$

тоді ймовірності того, що пацієнт на протязі 5-ти наступних років захворіє на цукровий діабет 2-го типу визначається за формулою:

$$P(H_2 / A) = 1 - P(H_1 / A) \quad (4)$$

Дані ймовірності обчислюються на основі даних досліджуваної групи людей, в результаті чого формуються проміжки  $(a_1, a_2)$ ,  $(a_2, a_3)$ ,  $(a_3, a_4)$ ,  $(b_1, b_2)$ ,  $(b_2, b_3)$ ,  $(b_3, b_4)$ :  $(a_1, a_2)$  – інтервал, до якого належать пацієнти, які на протязі 5-ти років не захворіють на цукровий діабет;  $(a_2, a_3)$  – інтервал, до якого належать пацієнти, які можуть як захворіти, так і не захворіти на цукровий діабет;  $(a_3, a_4)$  – інтервал, до якого належать пацієнти, які на протязі 5-ти років можуть захворіють на цукровий діабет;  $(b_1, b_2)$  – інтервал, до якого належать пацієнти, які на протязі 5-ти років можуть захворіти на цукровий діабет першого типу;  $(b_2, b_3)$  – інтервал, до якого належать пацієнти, які на протязі 5-ти років можуть захворіти на цукровий діабет як першого, так і другого типу;  $(b_3, b_4)$  – інтервал, до якого належать пацієнти, які на протязі 5-ти років можуть зах-

#### Література

1. Діагностика і лікування переддіабету в континуумі гіперглікемії: коли починається ризик розвитку цукрового діабету? / Погоджена думка Американського коледжу ендокринології і Американської асоціації клінічних ендокринологів // Ліки України: науково-практичний журнал для лікарів та провізорів. – 2009. – № 1. – С. 8–15.
2. Мисюк И. С. Система математического прогнозирова-

воріти на цукровий діабет другого типу. Таким чином, інтервали ймовірностей  $(a_2, a_3)$  та  $(a_3, a_4)$  визначають переддіабетичний стан.

**Висновки.** На основі даних діагностичного тесту запропонованої структури спочатку обчислюється ймовірність того, що пацієнт не захворіє на протязі 5-ти років (за допомогою формули (1)); ймовірність того, що пацієнт захворіє на протязі 5-ти років (формула (2)); якщо ж пацієнт потрапляє до групи ризику захворіти на цукровий діабет (у нього діагностується переддіабетичний стан), то обчислюються ймовірності виникнення 1-го та 2-го типів цукрового діабету (формули (3) і (4)). На основі отриманих ймовірностей та встановлених інтервальних проміжків робиться висновок про здоров'я пацієнта.

Для визначення правильного профілактичного лікування використовуються питання анкети другого та третього типів. Для цього в формулах (3) та (4) послідовно замінюються значення ймовірностей математичних моделей  $H_1$  та  $H_2$  на значення ймовірностей математичної моделі  $H_4$ , після чого знову визначають ймовірність захворювання на цукровий діабет. Спочатку вказану вище процедуру виконують з відповідями на питання третього типу, оскільки вони містять інформацію про здоров'я пацієнтів, які найкраще піддаються профілактичному лікуванню, а потім – з відповідями на питання другого типу.

ния мозговых инсультов. Метод рекомбинации / И. С. Мисюк, А. Е. Семак, В. И. Адамович. – Минск: Изд-во БГУ им. В. И. Ленина, 1982. – 21 с.

3. Сеньо П. С. Теорія ймовірності та математична статистика: підручник для вищих навч. закладів / П. С. Сеньо. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Знання, 2007. – 556 с.

УДК 61:001.5/8.002.6:616-07-08

## ПОБУДОВА СТРУКТУРИ ОНТОЛОГІЇ ДІАГНОСТИЧНОГО ТА ЛІКУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСІВ

**В. В. Краснов**

*Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л.Шупика*

Представлено структуру онтології діагностичного і лікувального процесів. Обґрунтовано поняття спрямованості онтології медичних процедурних знань. Описано процедурні й декларативні концепти і представлена триврівнева схема онтології діагностичного й лікувального процесів

**Ключові слова:** онтологія діагностичних і лікувальних процесів, процедурні знання, декларативні знання.

## ПОСТРОЕНИЕ СТРУКТУРЫ ОНТОЛОГИИ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО И ЛЕЧЕБНОГО ПРОЦЕССОВ

**В. В. Краснов**

*Национальная медицинская академия последипломного образования имени П. Л. Шупика*

Представлена структура онтологии диагностического и лечебного процессов. Введено понятие направленности онтологии медицинских процедурных знаний. Описаны процедурные и декларативные концепты и предложена трехуровневая схема онтологии диагностического и лечебного процессов.

**Ключевые слова:** онтология диагностических и лечебных процессов, процедурные знания, декларативные знания.

## CONSTRUCTION OF ONTOLOGICAL STRUCTURE OF DIAGNOSTIC AND MEDICAL PROCESSES

**V. V. Krasnov**

*National Medical Academy of Post-Graduate Education by P. L. Shupyk*

The structure of the ontology of diagnostic and medical processes is offered. The concept of an ontology orientation of medical procedural knowledge is proved. Procedural and declarative concepts are described. Three-level ontological scheme of diagnostic and medical processes is offered.

**Key words:** ontology diagnostic and medical processes, procedural knowledge, declarative knowledge.

**Вступ.** Сьогодні, при описі предметних галузей, все більшою популярністю користуються методи інженерії знань, серед яких онтології займають провідні позиції. Саме тому дослідники приділяють багато уваги завданню створення таких онтологій, які найточніше відобразатимуть властивості й структуру предметної галузі, а також взаємодію її складових [1, 2].

У літературі досить добре представлені принципи розробки онтології декларативних знань [3, 4], але система підготовки лікарів усе гостріше потребує опису алгоритмів медичних дій, на підставі яких повинні формуватися вміння лікарів. У свою чергу, процесні складові алгоритмів дій засновані здебільшого на процедурних знаннях. Таким чином, здобувають

високу актуальність завдання розробки онтології медичних процесів.

**Мета.** Створити структуру онтологічного опису діагностичних і лікувальних процесів.

**Основна частина.** Під онтологічною моделлю (онтологією) діагностичних і лікувальних процесів у даній роботі розуміється знакова система  $O = (X, R, A, F_A)$ , де

$X$  – кінцева множина понять (концептів) діагностичних/лікувальних знань (предметної галузі);

$R$  – кінцева множина відносин між концептами;

$A$  – аксіоми, які описують обмеження, що накладають на  $X$  і  $R$ ;

$F_A$  – кінцева множина функцій інтерпретації для  $X$  і  $R$ .

У свою чергу, процеси являють собою набори процедурних і декларативних знань.

При описі онтології медичних процесів, відносини між концептами набувають причинно-наслідкової спрямованості і являють собою відносини часткового порядку, тобто концепт може бути причиною активування дочірнього концепту/концептів або наслідком активації батьківського концепту. Окрім того, поняття процесу прямо залежить від часу, а концепти є подіями.

Онтології медичних процесів описуються наборами концептів  $X$ :

- стану елементів системи, що задіяна в процесі;
- концептами, що визначають запуск/зупинення/продовження процесу;
- концептами, що обумовлені наслідками виконання процесів;
- концептами саме процесів.

Нехай  $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$  – множина концептів, елементи якої діляться на два типи: декларативні, які позначатимуться як  $X^d$ , і процедурні –  $X^p$ .

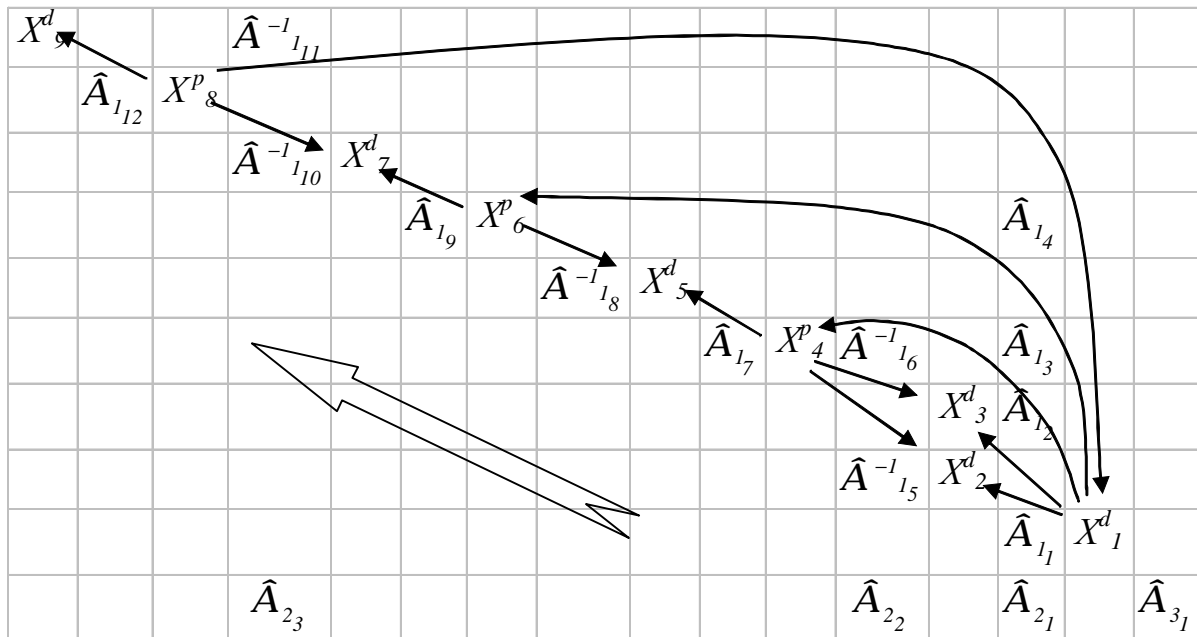
Декларативними концептами ( $X^d$ ) онтології процесів будемо вважати концепти: станів, наслідків, запуску/зупинення/продовження процесів.

До процедурних концептів ( $X^p$ ) віднесемо сам процес.

Система, що задіяна в процесі, складається із двох взаємозалежних складових: система, на яку впливають, і система, що впливає. Онтологічні відносини  $\mathfrak{R}$  процесів визначаються саме цими впливами. В описі відносин, залежно від суб'єкта (експерта), що визначає відношення, можуть бути використані обидві векторні спрямованості – *результуюча* (позначимо її як  $\mathfrak{R}$ ), коли “концепт  $X_{i+1}$  з'являється в результаті дії концепту  $X_i$ ”, та *ініціююча* (позначимо її як  $\mathfrak{R}^{-1}$ ), коли “концепт  $X_i$  приводить до появи концепту  $X_{i+1}$ ”.

Пару концептів, пов'язаних відношенням, будемо описувати в такий спосіб:  $\mathfrak{R}_i(X_i) = X_{i+1} \Leftrightarrow \mathfrak{R}_i(X_i, X_{i+1})$ , – це означає, що концепт  $X_i$  вплинув на появу концепту  $X_{i+1}$ . У свою чергу, запис:  $\mathfrak{R}_i^{-1}(X_i) = X_{i+1} \Leftrightarrow \mathfrak{R}_i^{-1}(X_i, X_{i+1})$  говорить про те, що концепт  $X_{i+1}$  є актуалізованим у результаті впливу концепту  $X_i$ . Графічно це відображено на рис. 1.

Ще одне обмеження при описі онтології клінічних процесів полягає в тому, що подібна онтологія завжди має чітку спрямованість. Якщо для пар відносин,



**Рис. 1.** Схематичне представлення концептів та відношень між ними для трирівневої онтології діагностичного процесу.

що поєднують концепти, вона може бути прямою і зворотною, то для відносин більш високих рівнів – тільки прямою.

На елементах  $X$  визначені відносини з множиною  $\mathfrak{R} = \{\mathfrak{R}_1, \mathfrak{R}_2, \dots, \mathfrak{R}_m\}$ , тобто кожний кортеж  $(X_{i_1}, X_{i_2}, \dots, X_{i_k}) \in \mathfrak{R}_i$  є впорядкованим і перестановки елементів

кортежу можуть відбуватися тільки за рішенням експерта.

Нехай  $\mathfrak{R}_i = \{\mathfrak{R}_2 \subseteq X^n \times X^{n+1}\}$  – множина бінарних відносин 1-го рівня, де  $i = 1, \dots, s$ , порядок концептів строго фіксований і пари утворюються на основі функціональних відносин.

Нехай  $\mathfrak{R}_2 = \{\mathfrak{R}_2 \subseteq \mathfrak{R}_1^i \times X^h\}$ , де  $\hat{A}_{3_k}$   $n$ -арне відношення,  $i + h = n$ .

Аналогічно  $\mathfrak{R}_3 = \{\hat{A}_{3_k} \subseteq \mathfrak{R}_2^l \times X^r\}$ , де  $\hat{A}_{3_k}$   $m$ -арне відношення,  $l + r = m$ .

У випадку, якщо кілька концептів  $X_i, X_{i+1}, \dots, X_{i+n}$  стають причиною виникнення концепту  $X_{i+n+1}$ , то подібну ситуацію можна записати таким чином. Пари концептів:

$$\hat{A}_{1_i}(X_i, X_{i+n+1}), \hat{A}^{-1}_{1_2}(X_{i+1}, X_{i+n+1}), \dots, \hat{A}_{1_i}(X_{i+n}, X_{i+n+1})$$

і відношення більш високого рівня, що об'єднує ці пари:

$$\hat{A}_{2_j}(\hat{A}_{1_i}(X_i, X_{i+n+1}), \hat{A}^{-1}_{1_2}(X_{i+1}, X_{i+n+1}), \dots, \hat{A}_{1_i}(X_{i+n}, X_{i+n+1})).$$

Якщо дочірній концепт створюється кількома батьківськими – “збіжні породження”, то в такому разі з'являється відношення більш високого рівня. У випадку ж “розбіжних породжень”, якщо один батьківський концепт служить причиною виникнення декількох дочірніх, то даний кластер описується просто відповідним набором пар відносин.

Функція інтерпретації концептів ( $F(X)$ ) являє собою два підвиди: функція інтерпретації декларативних концептів ( $F(X^d)$ ) і функція інтерпретації процедурних концептів ( $F(X^p)$ ).

Необхідно пам'ятати, що функція інтерпретації будь-якої онтології процесів існує у двох видах, які залежать від ситуації її застосування. Функцію інтерпретації онтології можуть задавати як розроблювач, так і споживач цієї онтології.

При цьому розроблювач онтології описує функції інтерпретації очікуваних концептів і відносин. У свою чергу, споживач цієї онтології, застосовуючи її до реальних процесів, у результаті виконання функції інтерпретації отримує її реальні значення залежно від ситуації, в якій дана онтологія застосовувалася.

Слід зазначити, що подібні розбіжності функцій інтерпретації онтології трапляються тільки в результатах виконання процесів, які відбуваються в рамках даної онтології. Це можна пояснити з наступних позицій: розроблювач описує онтологічну модель картини світу. Як показує практика, ця модель, відповідно до принципів Парето, охоплює лише біля 80 % всіх можливих ситуацій і тому не завжди може бути виражена конкретними значеннями. У подібних випадках розроблювач користується діапазонами, в які попадають до 80 % всіх очікуваних значень вико-

нання процесів. Споживач онтології, у свою чергу, застосовуючи функцію інтерпретації для реальних подій, у результаті виконання процесів отримує їхні реальні значення.

Результатом виконання функції інтерпретації декларативних концептів є опис такого стану декларативного концепту, при якому концепт вважається таким, що відбувся (стан концепту дорівнює очікуваному (шаблонному) стану).

Результатом виконання функції інтерпретації процедурних концептів є опис конкретного процесу з позначенням всіх його атрибутів.

Результатом виконання функції інтерпретації відносин є визначення істинності, хибності або невизначеності конкретного відношення на тих концептах, на яких воно визначено. При цьому важливо відзначити, що функція інтерпретації відносин набуває значимість тільки тоді, коли визначаються функції інтерпретації концептів, які входять у відношення, тобто  $F(\hat{A}_{1_i}(X_i, X_{i+1})) = \hat{A}_{1_i}(F(X_i), F(X_{i+1}))$ .

У випадку опису конкретних процесів функція інтерпретації дає конкретне значення змісту (наприклад, концепт  $X^d_2$  – ознака, що вимірюється, функція інтерпретації концепту  $F(X^d_2)$  – температура).

Значення при інтерпретації відносин  $R_i$  визначаються значенням  $X$  за допомогою функції інтерпретації  $F$ . При цьому  $F(\mathfrak{R}_i)$  і  $F(X_{i_k})$  – це конкретне наповнення змістовною інформацією відносно  $\mathfrak{R}_i$  і  $X_{i_k}$ .

**Онтологія діагностичного процесу:** Користуючись структурою онтологічного опису, представимо онтологію діагностичного процесу (ДП). Будемо використовувати обґрунтування, зроблені в попередній частині.

Концепти  $X$  діагностичного процесу можуть бути представлені в такий спосіб:  $X = \{X^p_0, X^d_1, X^d_2, X^d_3, X^p_4, X^d_5, X^p_6, X^d_7, X^p_8, X^d_9\}$ , де:

$X^p_0$  – постановка мети;  $X^p_4$  – отримання інформації;  $X^p_6$  – аналіз отриманої інформації;  $X^p_8$  – висновок (співвіднесення з метою) і оформлення медичної документації;

$X^d_1$  – декларативні концепти елементарного блоку ДП:  $X^d_1$  – мета;  $X^d_2$  – ознака, що вимірюється;  $X^d_3$  – джерело, з якого витягується інформація;  $X^d_5$  – вид отриманої інформації;  $X^d_7$  – вид інформації, отриманої в результаті аналізу;  $X^d_9$  – результати висновку.

Опишемо спочатку бінарні відносин між наборами концептів (рис. 1) з урахуванням спрямованості дії відносин (табл. 1).



**Таблиця 1.** Бінарні відносини між наборами концептів онтології ДП

Відносини	Опис відносин
$\hat{A}^{-1}_{I_0}(X^p_0) = X^d_1 \Leftrightarrow$ $\hat{A}^{-1}_{I_0}(X^p_0, X^d_1)$	Початковою дією ДП є процес визначення мети ( $X^p_0$ ). Даний процес виходить за рамки онтологічної схеми. Результатом ( $X^p_0$ ) є задана мета ДП ( $X^d_1$ ). Відношення в цьому випадку зворотне, тобто мета задана процесом визначення мети.
$\hat{A}_{I_1}(X^d_1) = X^d_2 \Leftrightarrow$ $\hat{A}_{I_1}(X^d_1, X^d_2)$	У свою чергу, мета ( $X^d_1$ ) є тим головним фактором, що визначає такі складові (концепти) ДП, як: $X^d_2$ – ознака, що вимірюється,
$\hat{A}_{I_2}(X^d_1) = X^d_3 \Leftrightarrow$ $\hat{A}_{I_2}(X^d_1, X^d_3)$	$X^d_3$ – джерело, з якого витягується інформація;
$\hat{A}_{I_3}(X^d_1) = X^p_4 \Leftrightarrow$ $\hat{A}_{I_3}(X^d_1, X^p_4)$	$X^p_4$ – метод отримання інформації;
$\hat{A}_{I_4}(X^d_1) = X^p_6 \Leftrightarrow$ $\hat{A}_{I_4}(X^d_1, X^p_6)$	$X^p_6$ – метод аналізу отриманої інформації.
$\hat{A}^{-1}_{I_5}(X^d_2) = X^p_4 \Leftrightarrow$ $\hat{A}^{-1}_{I_5}(X^d_2, X^p_4)$ $\hat{A}^{-1}_{I_6}(X^d_3) = X^p_4 \Leftrightarrow$ $\hat{A}^{-1}_{I_6}(X^d_3, X^p_4)$	Процес отримання інформації ( $X^p_4$ ) ініціюється ознакою, що вимірюється ( $X^d_2$ ) і джерелом, з якого витягується інформація ( $X^d_3$ ).
$\hat{A}_{I_7}(X^p_4) = X^d_5 \Leftrightarrow$ $\hat{A}_{I_7}(X^p_4, X^d_5)$	У свою чергу, у результаті виконання процесу отримання інформації ( $X^p_4$ ), з'являється інформація ( $X^d_5$ ).
$\hat{A}^{-1}_{I_8}(X^d_5) = X^p_6 \Leftrightarrow$ $\hat{A}^{-1}_{I_8}(X^d_5, X^p_6)$	Процес аналізу отриманої інформації ( $X^p_6$ ) запускається фактом появи інформації ( $X^d_5$ ).
$\hat{A}_{I_9}(X^p_6) = X^d_7 \Leftrightarrow$ $\hat{A}_{I_9}(X^p_6, X^d_7)$	У результаті виконання процесу аналізу отриманої інформації ( $X^p_6$ ) виходить результат аналізу ( $X^d_7$ ).
$\hat{A}^{-1}_{I_{10}}(X^d_7) = X^p_8 \Leftrightarrow$ $\hat{A}^{-1}_{I_{10}}(X^d_7, X^p_8)$	Процес одержання висновку ( $X^p_8$ ) запускається результатом аналізу ( $X^d_7$ ).
$\hat{A}^{-1}_{I_{11}}(X^d_1) = X^p_8 \Leftrightarrow$ $\hat{A}^{-1}_{I_{11}}(X^d_1, X^p_8)$	Процес одержання висновку ( $X^p_8$ ) враховує мету ДП ( $X^d_1$ ).
$\hat{A}_{I_{12}}(X^p_8) = X^d_9 \Leftrightarrow$ $\hat{A}_{I_{12}}(X^p_8, X^d_9)$	Результатом процесу одержання висновку ( $X^p_8$ ) є оформлена документація ( $X^d_9$ ).

Вибір спрямованості відносини при описі онтології визначають експерти.

На другому рівні відносин представимо набори взаємодіючих концептів у такий спосіб. Як було заз-

начено раніше, процес отримання інформації ( $X^p_4$ ) визначається ознакою, що вимірюється ( $X^d_2$ ) і джерелом, з якого витягується інформація ( $X^d_3$ ):

$$\hat{A}^{-1}_{15}(X^d_2) = X^p_4 \Leftrightarrow \hat{A}^{-1}_{15}(X^d_2, X^p_4)$$

$$\hat{A}^{-1}_{16}(X^d_3) = X^p_4 \Leftrightarrow \hat{A}^{-1}_{16}(X^d_3, X^p_4)$$

У цьому випадку отримуємо “збіжність” відносин, коли з декількох незалежних концептів шляхом застосування відповідних бінарних відносин впливає один концепт. Звідси відношення другого рівня можна записати як:

$$\hat{A}_{22}(\hat{A}^{-1}_{15}(X^d_2, X^p_4), \hat{A}^{-1}_{16}(X^d_3, X^p_4), X^p_4)$$

Як було визначено раніше, процес одержання висновку ( $X^p_8$ ) враховує мету ДП ( $X^d_1$ ) і він же запускається результатом аналізу ( $X^d_7$ ):

$$\hat{A}^{-1}_{10}(X^d_7) = X^p_8 \Leftrightarrow \hat{A}^{-1}_{10}(X^d_7, X^p_8)$$

$$\hat{A}^{-1}_{11}(X^d_1) = X^p_8 \Leftrightarrow \hat{A}^{-1}_{11}(X^d_1, X^p_8)$$

Звідси відношення другого рівня можна записати як:

$$\hat{A}_{23}(\hat{A}^{-1}_{10}(X^d_7, X^p_8), \hat{A}^{-1}_{11}(X^d_1, X^p_8), X^p_8)$$

Таким чином, повну онтологію ДП можна описати наступною послідовністю:  $\hat{A}_{31} = (\hat{A}^{-1}_{10}, \hat{A}_{11}, \hat{A}_{12}, \hat{A}_{13}, \hat{A}_{14}, \hat{A}^{-1}_{15}, \hat{A}^{-1}_{16}, \hat{A}_{17}, \hat{A}^{-1}_{18}, \hat{A}_{19}, \hat{A}^{-1}_{10}, \hat{A}^{-1}_{11}, \hat{A}_{12})$ , або  $\hat{A}_{31}(\hat{A}^{-1}_{10}(X^p_6, X^d_1), \hat{A}_{11}(X^d_1, X^d_2), \hat{A}_{12}(X^d_1, X^d_3), \hat{A}_{13}(X^d_1, X^p_4), \hat{A}_{14}(X^d_1,$

$X^p_6), \hat{A}_{22}(\hat{A}^{-1}_{15}(X^d_2, X^p_4), \hat{A}^{-1}_{16}(X^d_3, X^p_4), X^p_4), \hat{A}_{17}(X^p_4, X^d_5), \hat{A}^{-1}_{18}(X^d_5, X^p_6), \hat{A}_{19}(X^p_6, X^d_7), \hat{A}_{23}(\hat{A}^{-1}_{10}(X^d_7, X^p_8), \hat{A}^{-1}_{11}(X^d_1, X^p_8), X^p_8), \hat{A}_{112}(X^p_8, X^d_9)$ .

**Онтологія лікувального процесу.** Користуючись структурою онтологічного опису, представимо онтологію лікувального процесу (ЛП). Будемо використовувати обґрунтування, зроблені в попередніх розділах.

Концепти  $X$  лікувального процесу можуть бути представлені в такий спосіб:  $X = \{X^d_1, X^d_2, X^d_3, X^p_4, X^d_5, X^p_6, X^d_7, X^p_8, X^d_9\}$ , де:

$X^p_i$  – процедурні концепти деякого унікального процесу лікувального впливу (ЛВ):  $X^p_6$  – саме ЛП;  $X^p_8$  – моніторинг ЛП (при цьому контролюється як сам ЛП (наприклад, швидкість надходження ліків), так і стан організму (параметри, що вимірюються)) з оцінкою якості здійсненого впливу (досягнення мети).

$X^d_i$  – декларативні концепти ЛП:  $X^d_1$  – мета, з якою буде здійснюватися даний ЛП;  $X^d_2$  – правила, за якими буде здійснюватися ЛП;  $X^d_3$  – параметри об’єкта, на який буде здійснюватися ЛВ;  $X^d_4$  – структурні складові ЛП (наприклад, апаратура, видаткові матеріали, персонал тощо);  $X^d_5$  – персонал, що здійснює ЛП;  $X^d_7$  – результати ЛП;  $X^d_9$  – висновок і оформлення медичної документації.

Опишемо спочатку бінарні відносин між наборами концептів (рис. 2) з урахуванням спрямованості дії відносин (табл. 2).

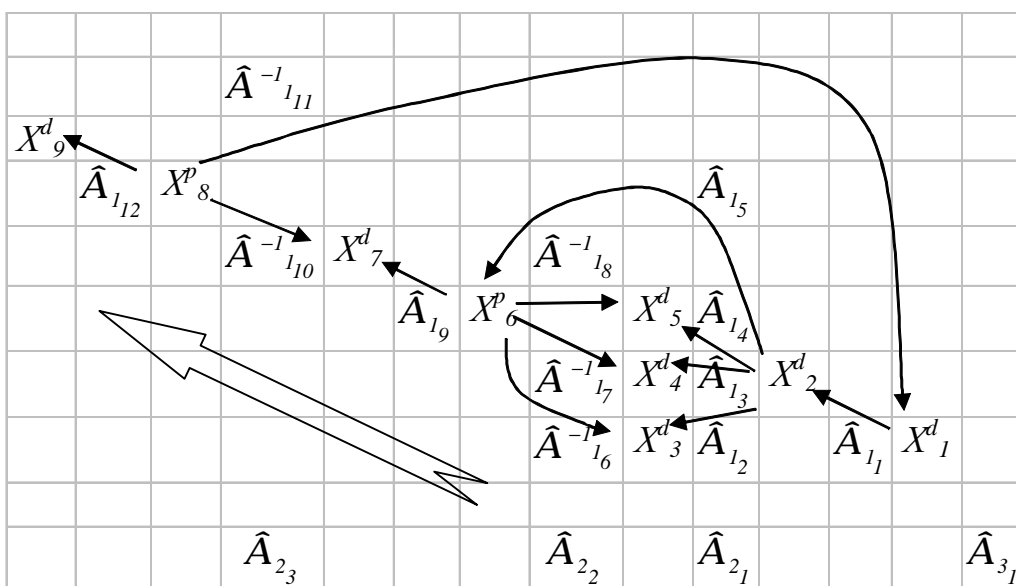


Рис. 2. Схематичне представлення концептів та відношень між ними для трирівневої онтології ЛП.

**Таблиця 2.** Бінарні відносини між наборами концептів онтології ЛПІ

Відносини	Опис відносин
$\hat{A}^{-1}_{10}(X^{p_0}) = X^{d_1} \Leftrightarrow \hat{A}^{-1}_{10}(X^{p_0}, X^{d_1})$	Самою початковою дією ЛПІ є процес визначення мети $X^{p_0}$ . Даний процес виходить за рамки онтологічної схеми. Результатом $X^{p_0}$ є задана мета ЛПІ ( $X^{d_1}$ ). Відношення в цьому випадку зворотне, тобто мета задана процесом визначення мети.
$\hat{A}_{11}(X^{d_1}) = X^{d_2} \Leftrightarrow \hat{A}_{11}(X^{d_1}, X^{d_2})$	У свою чергу, мета ( $X^{d_1}$ ) є тим головним фактором, що визначає таку складову (концепт) ЛПІ, як наявність готових правил лікування даної конкретної нозології ( $X^{d_2}$ ).
$\hat{A}_{12}(X^{d_2}) = X^{d_3} \Leftrightarrow \hat{A}_{12}(X^{d_2}, X^{d_3})$	Відповідно до правил ведення ЛПІ ( $X^{d_2}$ ) визначається наступний набір: $X^{d_3}$ – параметри об'єкта, на який буде здійснюватися ЛВ
$\hat{A}_{13}(X^{d_2}) = X^{d_4} \Leftrightarrow \hat{A}_{13}(X^{d_2}, X^{d_4})$	$X^{d_4}$ – вимоги до структурних складових
$\hat{A}_{14}(X^{d_2}) = X^{d_5} \Leftrightarrow \hat{A}_{14}(X^{d_2}, X^{d_5})$	$X^{d_5}$ – вимоги до персоналу, що здійснює ЛПІ
$\hat{A}_{15}(X^{d_2}) = X^{p_6} \Leftrightarrow \hat{A}_{15}(X^{d_2}, X^{p_6})$	$X^{p_6}$ – правила проведення процесу ЛВ
$\hat{A}^{-1}_{16}(X^{d_3}) = X^{p_6} \Leftrightarrow \hat{A}^{-1}_{16}(X^{d_3}, X^{p_6})$ $\hat{A}^{-1}_{17}(X^{d_4}) = X^{p_6} \Leftrightarrow \hat{A}^{-1}_{17}(X^{d_4}, X^{p_6})$ $\hat{A}^{-1}_{18}(X^{d_5}) = X^{p_6} \Leftrightarrow \hat{A}^{-1}_{18}(X^{d_5}, X^{p_6})$	Процес здійснення ЛВ ( $X^{p_6}$ ) ініціюється появою концептів: $X^{d_3}, X^{d_4}, X^{d_5}$
$\hat{A}_{19}(X^{p_6}) = X^{d_7} \Leftrightarrow \hat{A}_{19}(X^{p_6}, X^{d_7})$	У результаті здійснення процесу проведення ЛВ ( $X^{p_6}$ ) лікар отримує результати вимірів параметрів ( $X^{d_7}$ ).
$\hat{A}^{-1}_{10}(X^{d_7}) = X^{p_8} \Leftrightarrow \hat{A}^{-1}_{10}(X^{d_7}, X^{p_8})$ $\hat{A}^{-1}_{11}(X^{d_1}) = X^{p_8} \Leftrightarrow \hat{A}^{-1}_{11}(X^{d_1}, X^{p_8})$	Процес моніторингу ( $X^{p_8}$ ) ініціюється одержанням результатів вимірів параметрів ( $X^{d_7}$ ) і керується метою ЛПІ ( $X^{d_1}$ ).
$\hat{A}_{12}(X^{p_8}) = X^{d_9} \Leftrightarrow \hat{A}_{12}(X^{p_8}, X^{d_9})$	При кожній перевірці ( $X^{p_8}$ ) лікар робить відповідні висновки ( $X^{d_9}$ ). Лікувальний процес закінчується в тому випадку, якщо лікар отримує очікувані висновки.

Вибір спрямованості відносин при описі онтології визначають експерти. Із запропонованих варіантів спрямованості експертами був зроблений вибір, що представлений нижче.

На другому рівні відносин представимо набори взаємодіючих концептів у такий спосіб.

Як було показано раніше, наявність готових правил ведення лікування конкретної нозології ( $X^{d_2}$ ) є тим головним фактором, що визначає такі складові (концепти) ЛПІ, як:  $X^{d_3}$  – параметри об'єкта, на які буде здійснюватися ЛВ;  $X^{d_4}$  – вимоги до структурних складових;  $X^{d_5}$  – вимоги до персоналу, що здійснює ЛПІ;  $X^{p_6}$  – правила проведення ЛПІ:

$$\hat{A}_{12}(X^{d_2}) = X^{d_3} \Leftrightarrow \hat{A}_{12}(X^{d_2}, X^{d_3})$$

$$\hat{A}_{13}(X^{d_2}) = X^{d_4} \Leftrightarrow \hat{A}_{13}(X^{d_2}, X^{d_4})$$

$$\hat{A}_{14}(X^{d_2}) = X^{d_5} \Leftrightarrow \hat{A}_{14}(X^{d_2}, X^{d_5})$$

$$\hat{A}_{15}(X^{d_2}) = X^{p_6} \Leftrightarrow \hat{A}_{15}(X^{d_2}, X^{p_6})$$

Але, з урахуванням спрямованості онтології, у цьому випадку виходить “розбіжне” розгалуження, тобто один концепт через відносини породжує ряд інших, незв'язаних концептів. Об'єднання даного кластера в онтологію більш високого рівня у цьому випадку, не відбувається.

Як було зазначено раніше, процес здійснення ЛВ ( $X^{p_6}$ ) ініціюється появою концептів  $X^{d_3}$  (параметри об'єкта, на які буде здійснюватися ЛВ),  $X^{d_4}$  (вимоги до структурних складових) і  $X^{d_5}$  (вимоги до персоналу, що здійснює ЛПІ).

$$\hat{A}^{-1}_{16}(X^{d_3}) = X^{p_6} \Leftrightarrow \hat{A}^{-1}_{16}(X^{d_3}, X^{p_6})$$

$$\hat{A}^{-1}_{17}(X^d_4) = X^p_6 \Leftrightarrow \hat{A}^{-1}_{17}(X^d_4, X^p_6)$$

$$\hat{A}^{-1}_{18}(X^d_5) = X^p_6 \Leftrightarrow \hat{A}^{-1}_{18}(X^d_5, X^p_6)$$

У цьому випадку є присутнім “збіжність” відносин. Звідси відношення другого рівня можна записати як:

$$\hat{A}_{22}(\hat{A}^{-1}_{16}(X^d_3, X^p_6), \hat{A}^{-1}_{17}(X^d_4, X^p_6), \hat{A}^{-1}_{18}(X^d_5, X^p_6), X^p_6)$$

Як було визначено раніше, процес моніторингу ( $X^p_8$ ) враховує мету ЛП ( $X^d_7$ ) і він же ініціюється результатами вимірів параметрів ( $X^d_7$ ):

$$\hat{A}^{-1}_{10}(X^d_7) = X^p_8 \Leftrightarrow \hat{A}^{-1}_{10}(X^d_7, X^p_8)$$

$$\hat{A}^{-1}_{11}(X^d_7) = X^p_8 \Leftrightarrow \hat{A}^{-1}_{11}(X^d_7, X^p_8)$$

Звідси відношення другого рівня можна записати як:  $\hat{A}_{23}(\hat{A}^{-1}_{10}(X^d_7, X^p_8), \hat{A}^{-1}_{11}(X^d_7, X^p_8), X^p_8)$

Таким чином, повну онтологію ЛП можна описати наступною послідовністю:  $\hat{A}_{31} = (\hat{A}^{-1}_{10}, \hat{A}_{11}, \hat{A}_{12}, \hat{A}_{13}, \hat{A}_{14}, \hat{A}_{15}, \hat{A}^{-1}_{16}, \hat{A}^{-1}_{17}, \hat{A}^{-1}_{18}, \hat{A}_{19},$

$$\hat{A}^{-1}_{10}, \hat{A}^{-1}_{11}, \hat{A}_{12}), \text{ або } \hat{A}_{31}(\hat{A}^{-1}_{10}(X^p_6, X^d_7), \hat{A}_{11}(X^d_7, X^d_2), \hat{A}_{12}(X^d_2, X^d_3), \hat{A}_{13}(X^d_2, X^d_4), \hat{A}_{14}(X^d_2, X^d_5), \hat{A}_{15}(X^d_2, X^p_6), \hat{A}_{22}(\hat{A}^{-1}_{16}(X^d_3, X^p_6), \hat{A}^{-1}_{17}(X^d_4, X^p_6), \hat{A}^{-1}_{18}(X^d_5, X^p_6), X^p_6), \hat{A}_{19}(X^p_6, X^d_7), \hat{A}_{23}(\hat{A}^{-1}_{10}(X^d_7, X^p_8), \hat{A}^{-1}_{11}(X^d_7, X^p_8), X^p_8), \hat{A}_{12}(X^p_8, X^d_9)).$$

**Висновки.** Набори готових онтологічних схем дадуть можливість розроблювачам, користуючись універсальними структурами, описувати галузі медичних знань. Подібна структурованість надає певні гарантії узгодженості процедурних і декларативних концептів предметної галузі як в межах дисципліни, так і на міждисциплінарному рівні. Це, у свою чергу, повинно привести до мінімізації переключувань у сприйнятті, інтерпретації й передачі медичних знань.

Подібні описи також можуть бути основою для розробки медичних стандартів, що дозволить, в кінцевому рахунку, підвищити якість медичної допомоги, що надається.

### Література

1. Межуев В.И. Моделирование свойств операционной системы реального времени OpenComRTOS при помощи OWL-DL онтологий / В.И. Межуев // Збірник наукових праць ДонНТУ: серія «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка». – 2009. – Вип. 10 (153). – С. 39-46.
2. Eric Verhulst. An Industrial Case: Pitfalls and Benefits of Applying Formal Methods to the Development of a Network-Centric RTOS / Eric Verhulst, Gjalte de Jong, Vitaliy Mezhujev

- // Lecture Notes in Computer Science. FM 2008: Formal Methods (Springer Berlin / Heidelberg). – 2008. – P. 411-418.
3. Никоненко А.А. Обзор баз знаний онтологического типа / А.А.Никоненко // Искусственный интеллект. - № 4. - 2009. - С. 208-219.
  4. Онтологии и тезаурусы: учебное пособие. / [Соловьев В.Д., Добров Б.В., Иванов В.В. и др]. – Казань; Москва, 2006. – 173 с.

## КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПОСТІНСУЛЬТНИХ ХВОРИХ

О. Ю. Азархов<sup>1</sup>, С. М. Злепко<sup>2</sup>

ПП санаторій „Металург”<sup>1</sup>  
Вінницький національний технічний університет<sup>2</sup>

В даній статті подається комплексна класифікація методик, за допомогою яких відбувається відновлення порушених функцій організму у хворих, що перенесли інсульт. В даній класифікації у відповідність цим методикам поставлені функціональні впливи на організм хворих. Такий підхід дозволяє швидко формувати стратегію лікування при виборі того чи іншого методу реабілітації.

**Ключові слова:** фізична реабілітація, реабілітаційно-відновлювальний процес, методи реабілітації.

## КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОСТИНСУЛЬТНЫХ БОЛЬНЫХ

А. Ю. Азархов<sup>1</sup>, С. М. Злепко<sup>2</sup>

ЧП санаторий „Металлург”<sup>1</sup>  
Винницкий национальный технический университет<sup>2</sup>

В данной статье подается комплексная классификация методик, при использовании которых происходит восстановление нарушенных функций организма у больных, перенесших инсульт. В данной классификации выведена взаимосвязь между этими методиками и их функциональными воздействиями на организм больных. Такой подход позволяет быстро формировать стратегию лечения при выборе того или иного метода реабилитации.

**Ключевые слова:** физическая реабилитация, реабилитационно-восстановительный процесс, функциональные влияния, методы реабилитации.

## THE CLASSIFICATION OF POSTAPOPLECTIC PATIENTS REHABILITATION METHODS

O. Yu. Azarhov<sup>1</sup>, S. M. Zlepko<sup>2</sup>

Private Sanatorium „Metalurh”<sup>1</sup>  
Vinnytsia National Technical University<sup>2</sup>

The article is devoted to complex classification of methods, which provide a rehabilitation process of postapoplectic patients damaged functions. The relationship between these methods and their clinical functional effects is shown out in this classification. Such approach allows rapidly to form the therapeutic strategy.

**Key words:** physical rehabilitation, rehabilitation and restoration process, functional effects, methods of rehabilitation.

**Вступ.** Однією з найбільш актуальних проблем сучасної медицини є реабілітація хворих, що перенесли інсульт. Основними принципами реабілітації є ранній початок реабілітаційних заходів, систематичність і тривалість, що можливо при добре організованій поетапній побудові реабілітації.

**Основна частина.** У вирішенні проблеми першочергове значення мають медичні заходи, направлені на відновлення порушень функцій, розвиток компенсаторних механізмів рухової активності, пристосування хворого до самообслуговування і трудової діяль-

ності. Найбільш інтенсивне відновлення порушених функцій після інсульту відбувається протягом першого півроку – року після гострого періоду. Завдання медичної реабілітації зводяться насамперед до дії на загальмовані елементи нервових структур («мовчазні нейрони», «ішемічні півтіні») і повернення їх до функціональної діяльності, а потім до досягнення компенсаторної перебудови функції [6].

Процес реабілітації після інсульту здійснюється групою фахівців. Подібний принцип роботи полегшує координацію підходу і одночасної дії на рухові, когні-



тивні, мовні порушення у поєднанні із заходами, на-  
правленими на поліпшення соматичного стану хво-  
рих. Групу, як правило, очолює лікар-невролог, що  
володіє спеціальними знаннями в галузі реабілітації  
при інсультах, який є центральною фігурою команди і  
відповідальний за координацію всієї її діяльності, а  
також розробку найбільш ефективної індивідуальної  
програми реабілітації і роз'яснення її всім членам  
групи, самому хворому, членам його сім'ї. До скла-  
ду групи входять фахівці з лікувальної фізкультури,  
фізіотерапії, при необхідності – логопед, нейропсихолог,  
психотерапевт, психоаналітик, фахівець з протезу-  
вання [2, 3].

Ефективність роботи такої групи, як і вибраних  
методів і засобів реабілітації, обумовлена ще цілою  
низкою чинників, пов'язаних із кваліфікацією медпер-  
соналу, адекватністю процедур, які призначаються,  
фізичному стану пацієнта, вибраним методом реабі-  
літації, умінням співвідносити існуючі класифікації  
захворювань, методів і засобів у контексті досягнен-  
ня основної мети – відновлення рухових функцій по-  
стінсультних хворих.

Найбільш доступною для сприйняття є, на наш  
погляд, класифікація порушень мозкового кровообі-

гу, що запропонована в [2], згідно з якою вони класи-  
фікуються за двома основними групами:

1. Хронічні порушення мозкового кровообігу при  
енцефалопатії – дисциркуляторні енцефалопатії гіпер-  
тонічного генезу та атеросклеротичні дисциркуля-  
торні енцефалопатії;

2. Гострі порушення кровообігу мозку – геморагіч-  
ний інсульт, ішемічний інсульт (інфаркт мозку), ско-  
роминучі порушення мозкового кровообігу (СПМК).

СПМК – це гостро виникаючі ПМК, що характе-  
ризуються загально мозковою симптоматикою і три-  
вають не більше 24 годин (за класифікацією ВООЗ).  
На відміну від скороминучих порушень мозкового  
кровообігу, інсульти спричиняються стійкі порушен-  
ня мозкових функцій різного ступеня важкості. За  
характером патологічного процесу інсульти поділя-  
ють на дві великі групи – геморагічні та ішемічні [4].

Стратегія і тактика лікування у кожному із зазна-  
чених випадків має свої особливості, так як і страте-  
гія реабілітації та відновлювального лікування.

На сьогодні існує велика кількість різноманітних  
методів реабілітації хворих з ПМК, об'єднаних у  
відповідні класифікації, що суттєво покращує вироб-  
лення необхідних методів і засобів лікування хворих.

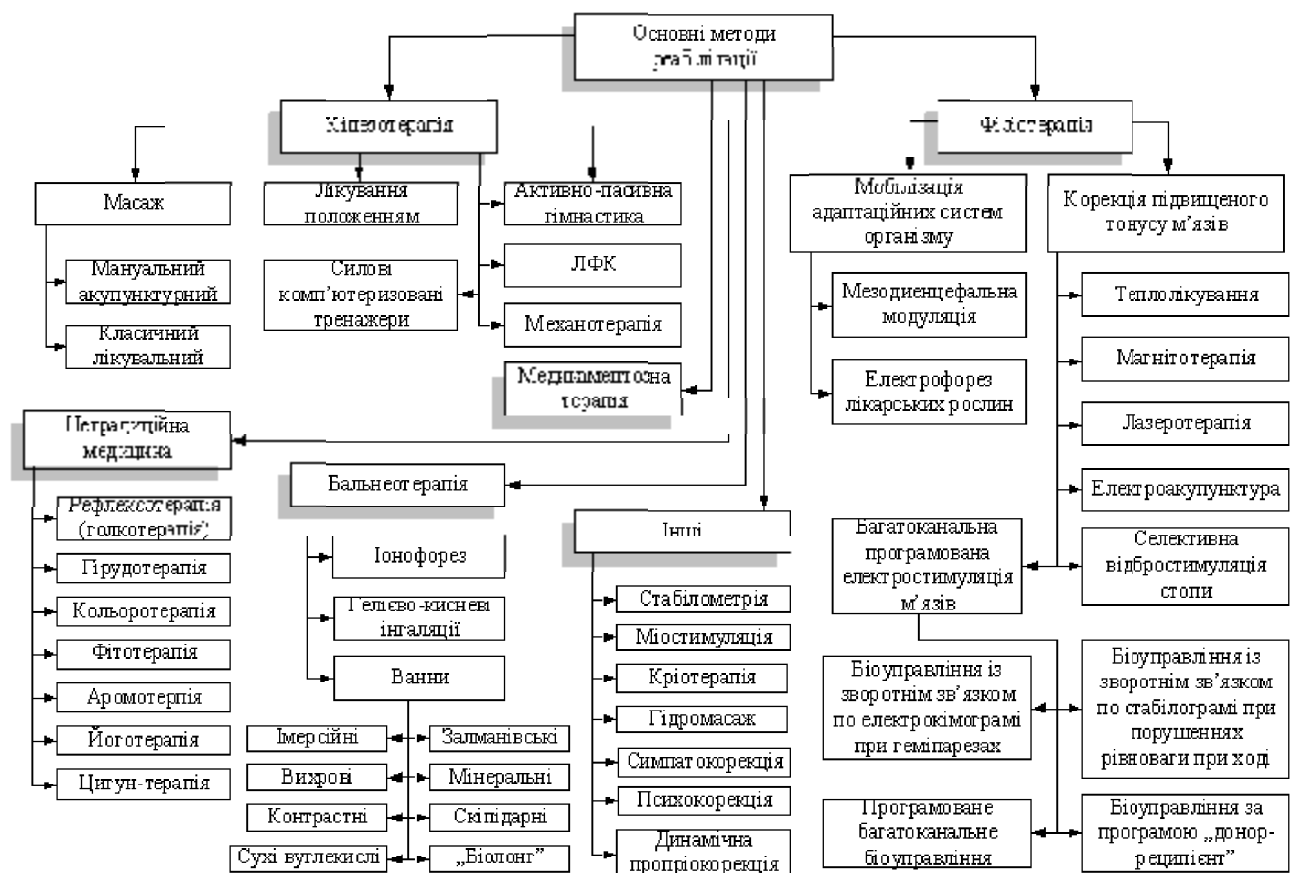


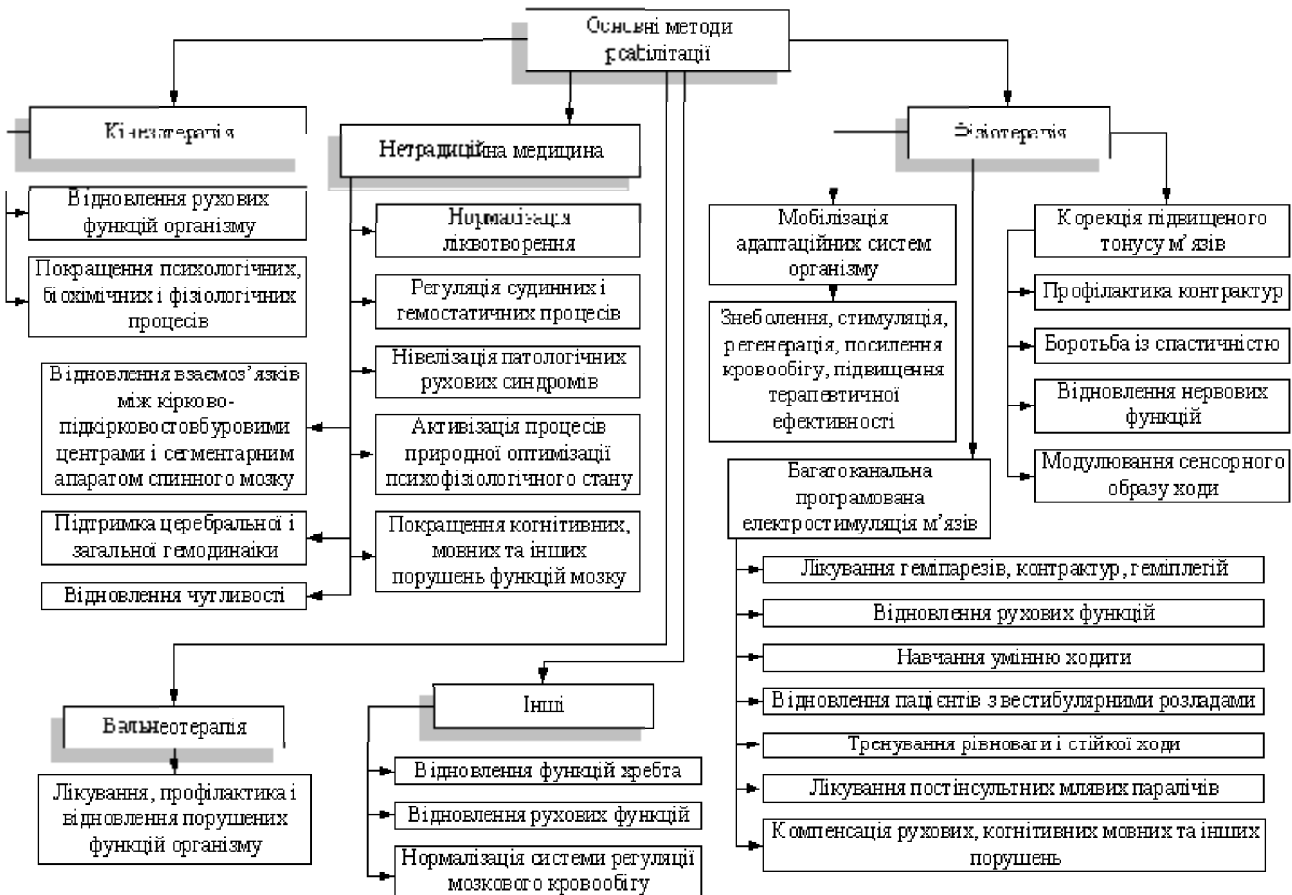
Рис. 1. Класифікація методів реабілітації постінсультних хворих

Критеріями вибору у більшості класифікацій є своєчасність та адекватність реабілітаційних процедур, важкість захворювання, наявність ускладнень, типу інсульту тощо.

Але, на жаль, не існує комплексної класифікації, за допомогою якої можна було б, вибираючи той чи інший метод, отримувати відразу і характер впливів,

а ще краще – параметри впливів, які формуються в межах обраного методу.

Нами запропонована подібна класифікація, яка за своєю сутністю представляє собою сукупність класифікації основних методів реабілітації (рис. 1) і класифікацію впливів, що формуються даними методами (рис. 2).



**Рис. 2.** Класифікація функціональних впливів, які формуються основними методами реабілітації.

Така комплексність у поєднанні із точним діагнозом забезпечує оперативність, інформативність та адекватність вибору методу реабілітації індивідуально для кожного пацієнта, що повністю відповідає мультидисциплінарному підходу, який використовується при лікуванні і реабілітації постінсультних хворих. Додаткове підвищення ефективності реабілітаційних програм, у відповідності з наведеною класифікацією, досягається взаємним застосуванням методів традиційної і нетрадиційної медицини, поєднання яких ініціює виникнення і поглиблення склад-

ного комплексу універсальних регуляторних і функціонально-структурних змін, які мобілізують механізми підтримки гомеостазу, що еволюційно склалися та оптимізують процеси відновлення і пристосування організму.

**Висновки.** Взаємодія методів традиційної і нетрадиційної медицини у поєднанні із бальнеотерапією та іншими методами реабілітації прискорює динаміку відновних процесів, забезпечує послідовне розширення компенсації аж до стійкої стабілізації, покращує якість життя хворих.

**Література**

1. Бернштейн Н. А. Физиология движения и активности / Н. А. Бернштейн. – М. : Наука, 1990. – 496 с.
2. Черникова Л. А. Оптимизация восстановительного процесса у больных, перенесших инсульт: клинические и нейрорпсихические аспекты функционального биоуправления : автореф. дис. на соиск. учен. степ. докт. мед. наук : 14.00.13 / Л. А. Черникова. – М., 1998. – 20 с.
3. Guefincel R. S. Muscle afferentation and postural control in man / R. S. Guefincel // *Agressologie*. – 1993. – № 14. – P. 1–18.
4. Маньковский Н. Б. Острые нарушения мозгового кровообращения (патогенез, диагностика, лечение) / Н. Б. Маньковский // *Лікування та діагностика*. – 1996. – № 1. – С. 30–36.
5. Мисюк И. С. Неотложная помощь в неврологии / И. С. Мисюк, А. М. Гурленя, М. С. Дронин. – Минск : Вышэйш. шк., 1990. – 270 с.
6. Шмидт Е. В. Сосудистые заболевания нервной системы / Е. В. Шмидт. – М. : Медицина, 1985. – 663 с.

## МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ РІЗНИХ ТИПІВ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ РІВНЯ СКЛАДНОСТІ

**В. П. Марценюк, Н. М. Гандзюк**

*Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського*

У статті описується технологія оцінювання тестових завдань, а також розподіл завдань різних типів за рівнями складності. При цьому розподілі пропонується використовувати інтегровану функціональну модель, що дозволяє застосовувати різні способи розподілу тестових завдань, включених в тест, залежно від їх типів.

**Ключові слова:** модель, рівень складності, тестові завдання.

## МОДЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ РАЗНЫХ ТИПОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ УРОВНЯ СЛОЖНОСТИ

**В. П. Марценюк, Н. М. Гандзюк**

*Тернопольский государственный медицинский университет имени И. Я. Горбачевского*

В статье описывается технология оценивания тестовых заданий, а также распределение заданий разных типов по уровням сложности. При этом распределении предлагается использовать интегрированную функциональную модель, что позволяет применять разные способы распределения тестовых заданий, включенных в тест, в зависимости от их типов.

**Ключевые слова:** модель, уровень сложности, тестовые задания.

## MODELS OF EVALUATION OF TEST TASKS OF DIFFERENT TYPES AND DETERMINATION OF THEIR LEVEL OF COMPLICATION

**V. P. Martsenyuk, N. M. Handzyuk**

*Ternopil State Medical University by I. Ya. Horbachevsky*

The paper is devoted to the test items marking technology and distribution of different types items by the levels of complication. At distribution of test items on complication levels it is offered to use the integrated functional model which allows to apply different ways of the test items distribution included in the test.

**Key words:** model, level of complication, test tasks.

**Вступ.** Контроль знань є важливою частиною процесу навчання і дозволяє отримати всесторонню оцінку рівня знань студентів. Однією з форм контролю знань, що добре себе зарекомендувала, є тестування.

Тестування, не дивлячись на велику кількість певних недоліків, є єдиним по-справжньому технологічним засобом для виміру рівня знань і незамінним інструментом, що дозволяє реалізувати ефективний педагогічний контроль і належним чином організувати управління навчальним процесом.

Для визначення об'єктивного стану рівня підготовки студентів вищих медичних (фармацевтичних) навчальних закладів України, для прогнозування розвитку галузі охорони здоров'я ми повинні володіти ефективни-

ми методиками оцінювання теоретичних знань і практичних вмінь студентів [1]. Світової медичній школі відомий цілий ряд підходів та шляхів для оцінки знань студентів-медиків. Багато з них вже успішно апробовані та використовуються, інші потребують доопрацювання та запровадження в Україні з урахуванням традицій та пріоритетів національної медичної школи.

**Мета дослідження.** Як відомо, тести, що складаються із завдань, не відібраних за ступенем складності відповідно до стандарту розподілу, визначають вимірювану якість (властивість) на ранговій шкалі. Перехід до сильнішої інтервальної шкали вимагає параметризації завдань за ступенем їх складності і відбору відповідно до заданого стандарту розподілу.

Виходячи з класичної теорії тестів, обмеження знімаються у сучасних моделях тестування, наприклад логістичних моделях Раша, Бірнбаума, котрі ми і розглянемо, тобто залежність оцінки складності завдань від підготовленості студентів.

В якості математичної моделі що зв'язує успіх студента з рівнем його підготовленості і складністю завдання вибирається логістична функція. Для моделі Раша вона має вигляд

$$P_j(q) = \frac{e^{1,7(q-b_j)}}{1 + e^{1,7(q-b_j)}} \quad (1)$$

$$P_i(b) = \frac{e^{1,7(q_i-b)}}{1 + e^{1,7(q_i-b)}} \quad (2)$$

Масштабний множник 1,7 використовується для сумісності моделі G.Rasch з моделлю A.Fergusson, де вірогідність правильної відповіді для завдання виражена інтегралом нормального розподілу (3), що дозволяє використовувати замість логістичних кривих добре вивчену інтегральну функцію нормованого нормального розподілу [2].

$$P_j(q) = \frac{1}{\sqrt{2p}} \int_{-\infty}^{q-b_j} e^{-\frac{1}{2}x^2} dx \quad (3)$$

Оскільки модель Раша описує вірогідність успіху студента як функцію одного параметра ( $q_i - b_j$ ), то іноді її називають однопараметричною моделлю IRT.

Взаємодія двох множин  $q_i$  і  $b_j$  утворює дані, що володіють властивістю «сумісної адитивності» (conjoint additivity). Правильне використання моделі Раша дозволяє відокремити оцінки студентів від оцінок складності завдань, і навпаки. Ця властивість Rasch Measurement носить назву separability parameter estimates – «незалежність оцінок завдань від студентів і оцінок студентів від параметрів завдань».

На рис.1 показані три характеристичні криві згідно з рівнянням (1) із рівнем складності завдань -2, 0 і +2

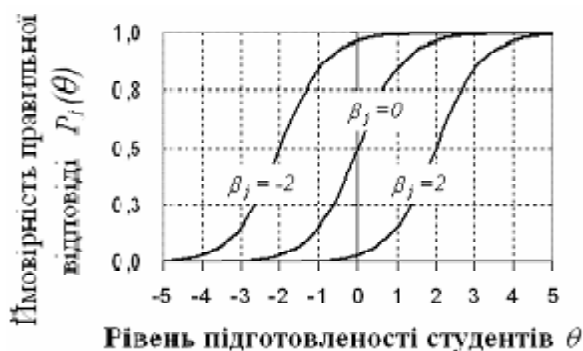


Рис. 1. Характеристичні криві завдань (ICC) в моделі (1PL).

(перше найлегше, друге – середнє, третє найважче). З наведених залежностей ми бачимо, що чим вищий рівень підготовленості  $q$  студентів, тим більша вірогідність успіху в тому або іншому завданні. Наприклад, для студента з  $q=0$  вірогідність правильно відповісти на перше завдання близька до одиниці, на друге рівна 1/2 і на третє майже дорівнює нулю. Відмітимо, що в точках, де  $q = \beta$ , вірогідність правильної відповіді дорівнює 0,5. Тобто, якщо складність завдання дорівнює рівню підготовленості (ability) студента, то він з рівною ймовірністю може справитися або не справитися з цим завданням.

Характеристичні (логічні) криві для завдань тесту в англійській літературі називаються *Item Characteristic Curve (ICC)*.

На рис. 2 показані три характеристичні криві тестування студентів згідно з рівнянням (2) – «Person Characteristic Curve» (PCC). Зображені графіки для трьох студентів з рівнем підготовленості – 2 логіта (найслабший), 0 логітів (середній) і +2 логіта (сильний студент).

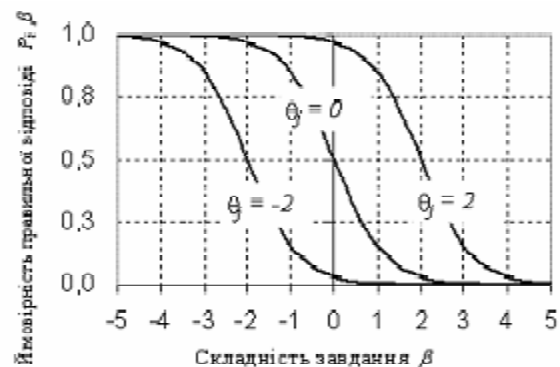


Рис. 2. Характеристичні криві випробувань (PCC) в моделі 1PL.

З наведених залежностей можна зробити висновок, що чим вищий рівень підготовки, тим вища вірогідність правильної відповіді на завдання. Наприклад, завдання з складністю  $\beta = 0$  перший студент ( $q = -2$ ) практично не зможе виконати, другий  $q = 0$  має вірогідність виконання завдання рівну 0,5, третій ( $q = +2$ ) легко справиться із завданням, оскільки для нього вірогідність успіху майже дорівнює одиниці.

#### Двопараметрична модель Бірнбаума

З вищенаведених залежностей випливає, що кривизна характеристичних кривих в області  $P_j = 0,5$  однакова, тобто диференціююча здатність є константою. Для дихотомічної моделі ця константа дорівнює 0,25.

Якщо тест містить завдання з різною диференціюючою здатністю, то однопараметрична модель 1PL не може описати такі емпіричні дані. Для вирішення



цієї проблеми А. Бірнбаум (A. Birnbaum) [3] ввів ще один параметр –  $a$  (item discrimination parameter).

$$P_j(q) = \frac{e^{1,7a_j(q-b_j)}}{1+e^{1,7a_j(q-b_j)}} \quad (4)$$

$$P_i(b) = \frac{e^{1,7a_j(q_i-b)}}{1+e^{1,7a_j(q_i-b)}} \quad (5)$$

Параметр  $a_j$  визначає нахил (кривизну) характеристичної кривої  $j$ -го завдання. Приклади характеристичних кривих показані на рисунку 3. З цього рисунка ми можемо зробити висновок, що чим більше  $a_j$ , тим крутіше йде крива, тим вища диференціююча здатність завдання.

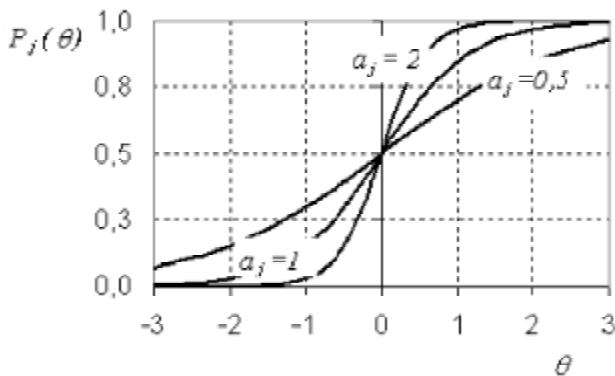


Рис. 3. ICC в двопараметричній моделі 2PL.

Для ще кращої відповідності емпіричним даним А. Бірнбаум ввів третій параметр  $c$  – параметр вгадування.

$$P_j(q) = c_j + (1 - c_j) \frac{e^{1,7a_j(q-b_j)}}{1+e^{1,7a_j(q-b_j)}} \quad (6)$$

$$P_i(b) = c_j + (1 - c_j) \frac{e^{1,7a_j(q_i-b)}}{1+e^{1,7a_j(q_i-b)}} \quad (7)$$

З рівнянь (5) і (6) випливає, що при  $c_j=0$  і  $a_j=1$  ці рівняння переходять в однопараметричну модель. З цієї причини інколи говорять, що модель Раша є окремим випадком дво- і трипараметричної моделі Бірнбаума. Формально це так, але по суті невірно. Обговорення цієї проблеми ми будемо проводити пізніше.

На рис. 4 наведені приклади характеристичних кривих для трьох завдань із складністю  $b = 1$ , дискримінаційним параметром  $a_j = 1$  і різними параметрами вгадування  $c_j = 0$ ,  $c_j = 0,25$ ,  $c_j = 0,5$ .

З наведених графіків видно, що наявність параметра вгадування приводить до пропорційного зсуву ICC вгору на величину  $c_j$ .

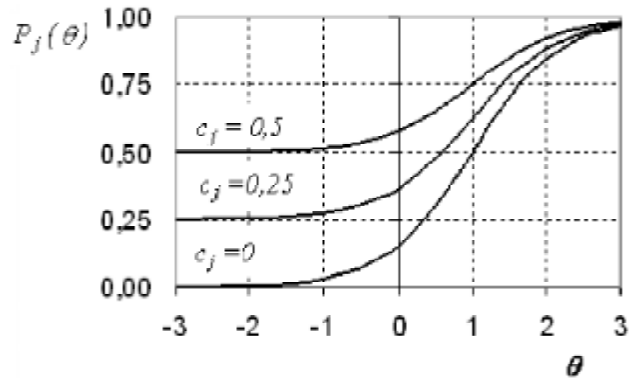


Рис. 4. ICC в трипараметричній моделі 3PL.

В якості теоретичної оцінки  $c_j$  можна використовувати обернену величину від кількості відповідей в завданнях з вибором. Наприклад, в тесті використовуються завдання з чотирма відповідями, тоді  $c_j = 1/4 = 0,25$ . Це значення повинне уточнюватися при аналізі емпіричних даних.

#### Модель Rasch Measurement

Обговоримо питання про ступінь придатності моделей IRT для цілей виміру латентних параметрів.

Характерною особливістю моделі Раша є те, що характеристичні криві (ICC) не перетинаються (рис.1). Це означає, що якщо деяке завдання «А» простіше за завдання «Б», то це співвідношення зберігається у всьому інтервалі зміни  $q$ .

Абсолютно інша картина спостерігається для дво- і трипараметричної моделей. На рис. 3 це добре видно. Завдання  $c_j = 0,5$  в області позитивних значень  $q$  є найважчим з представлених трьох завдань, тобто вірогідність правильної відповіді на це завдання найнижча. В області ж негативних значень  $q$  це ж завдання тепер уже найлегше – вірогідність правильної відповіді на нього найбільша. Отже, для слабких студентів це найлегше завдання, а для сильних студентів – найважче.

Аналогічна картина спостерігається і для трипараметричної моделі. На рисунку 4 показаний окремий випадок непересічних характеристичних кривих, оскільки для них вибрані однакові параметри  $b_j=1$  і  $a_j=1$ , тобто всі три завдання мають однакову складність і однаковий параметр диференціюючої здатності. На рисунку 5 наведений інший приклад.

Тут у завдання з параметром  $c_j=0$  змінена складність  $b_j = -1$ , що і викликало перетин характеристичних кривих. Завдання з  $c_j=0$  в області  $q < -2$  є найважчим. У області  $-1,5 < q < -1$  це завдання легше завдання з  $c_j=0,25$  і важче за завдання з  $c_j=0,5$ . У області  $q > -1$  завдання з  $c_j=0$  є найлегшим.

Подібний перетин ICC практично завжди відбувається для дво- і трипараметричної моделей.

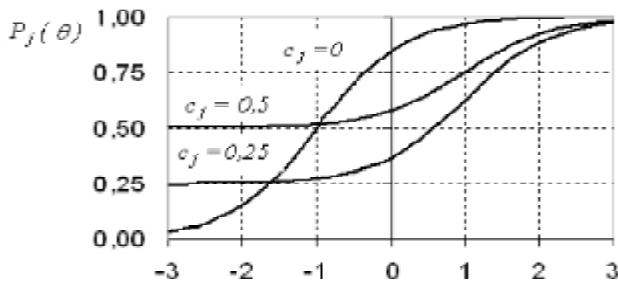


Рис. 5. Пересічні ICC в трипараметричній моделі.

Таким чином, тільки однопараметрична модель Раша відповідає вимогам, що пред'являються до якісного вимірювального інструментарію. Саме модель RASCH MEASUREMENT найбільше придатна для побудови тесту як вимірювального інструменту.

**Висновок.** Педагогічний тест, як засіб виміру навчальних досягнень, може дати достовірний результат тільки в разі його коректного застосування.

#### Література

1. Гулюкіна Н.А. Педагогический тест: этапы и особенности конструирования и использования : пособие для преподавателей / Н. А. Гулюкіна, С. В. Клишина – Новосибирск: – Вид-во НГТУ, 2001.
2. Михеев О. В. Математические модели педагогических измерений / О. В. Михеев // Педагогические измерения. –

Коректність застосування тесту – це багатоаспектне поняття, що включає питання конструювання і дизайну тесту, питання розробки і застосування тестів і, зрозуміло, інтерпретації результатів тестування. У даній статті основна увага приділена питанням коректності інтерпретації результатів педагогічного тестування, що проводиться на основі моделей Раша та Бірнбаума. Аналіз результатів зазвичай проводиться на основі класичної теорії тестів або на основі Item Response Theory.

IRT зараз є загально визнаною теорією. В якості латентних параметрів моделі виступають як характеристики тестування, так і самого тесту. Отже можна зробити висновок, що унікальність моделей Раша та Бірнбаума полягає в тому, що вони задають певний механізм перетворення формальних спостережень за результатом подій в об'єктивні виміри на метричній шкалі латентних стимулів цих подій.

2004. – №2. – С.75 – 88.

3. Birnbaum A. Some Latent Trait Models and Their Use in Inferring and Examinee's Ability. In Lord F.M., Novick M. Statistical Theories of Mental Test Scores. Addison-Wesley Publ. Co. Reading, Mass, 1968. – P. 397 – 479.

УДК 621.867.42.001

## ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СКЛАДНОГО РУХУ ФЛАКОНІВ НА ЛІНІЯХ РОЗЛИВУ ЛІКІВ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Н. О. Кравець

*Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського*

Представлена математична модель складного руху виробів вздовж бічних напрямних на ланці розподілу потоку пластинчастими конвеєрами на лініях розливу та здійснена експериментальна перевірка отриманих теоретичних залежностей. Результати розрахунків добре узгоджуються з результатами моделювання та експерименту.

**Ключові слова:** подільник потоку, лінія розливу, математична модель.

## ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СЛОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ФЛАКОНОВ В ЛИНИЯХ РАЗЛИВА ЛЕКАРСТВ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н. О. Кравець

*Тернопольский государственный медицинский университет имени И. Я. Горбачевского*

Представлена математическая модель сложного движения изделий вдоль боковых направляющих на звене распределения потока пластинчатыми конвеерами на линиях разлива и осуществлена экспериментальная проверка полученных теоретических зависимостей. Результаты расчетов хорошо согласуются с результатами моделирования и эксперимента.

**Ключевые слова:** разделитель потока, линия разлива, математическая модель.

## STRUCRURE OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE COMPLEX BOTTLES MOTION ON THE BOTTLES LINE IN THE PHARMACEUTICAL INDUSTRY

N. O. Kravets

*Ternopil State Medical University by I.Ya. Horbachevsky*

The mathematical model of the complex product motion along the lateral lines at the plate conveyers of the bottle lines is presented in the article. The experimental evaluation of the gained theoretical dependence is suggested. The calculation results coordinate well with the modelling and experiment results.

**Key words:** divisor stream, bottles lines, mathematical model.

**Постановка проблеми.** У фармацевтичній промисловості все більшу роль відводять стану транспортно-технологічних систем (ТТС) на лініях розливу та фасування ліків. Це пов'язано зі зростаючим об'ємом продукції, яка випускається [1]. Найважливішою умовою при цьому є збільшення пропускної здатності при утриманні значень технологічних показників на необхідному рівні.

Характерною особливістю ліній розливу є використання однопотокових пластинчастих конвеєрів. Це викликано проектуванням ТТС з мінімальним числом транспортних операцій, що обмежує зростання продуктивності [2]. Пластинчасті конвеєри на лініях

розливу є тихохідними (0,02-0,1м/с), так як швидкість проходження процесу розливу ліків суттєво залежить від пропускної здатності дозувальних пристроїв. Аналіз застосування типів та конструкцій дозувальних пристроїв поршневого типу, які використовуються на лініях розливу ліків, показав, що за їхніми технологічними параметрами є можливість здійснювати розлив в ємності місткістю 10-150 мл. Відповідно, час наповнення флаконів ліками різний. Це призводить до затримки тари на підвідних транспортерах, відповідно зростають навантаження на конструктивні елементи конвеєра, які, не забезпечивши терміну напрацювання, потребують ремонту чи заміни під час

© Н. О. Кравець

експлуатації. Зменшення швидкісних параметрів ліній транспортування суттєво знижує продуктивність.

Вирішити цю проблему можливо за умови використання системи із декількома потоками. При цьому слід враховувати, що на лініях розливу ліків використовуються різні типорозміри склотари, а площі, через специфіку фармацевтичної галузі, є обмежені за санітарно-гігієнічними стандартами.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз літературних джерел по поставленій проблемі проводився за двома напрямками: вибір та аналіз обладнання для переходу на двопотокове транспортування скляної тари та складність математичного апарату для аналізу кінематичних та динамічних залежностей.

Апаратній реалізації розподілу потоку присвячені роботи А. І. Соколенка, О. Ю. Шевченко, С. М. Кожевнікова, Ф. К. Іванченка, Я. Г. Пановко [3-5]. В означених джерелах показано, що перехід від однопотокового до двопотокового позиціонування тари здійснюється за допомогою привідних або непривідних подільників. У першому випадку ділення потоку здійснюється примусово, під дією робочого органу, рух якого задається, а в непривідних - обкочуванням різних направляючих, планок і т.д. при переміщенні склотари за рахунок сил тертя між ними і несучим елементом транспортера. Автори зазначають, що використання привідних подільників використовується лише при детермінованому потоці руху вантажів; у випадку недетермінованого потоку задача ускладнюється. Також застосування дискових подільників потоку розраховано на встановлений діаметр тари циліндричної форми.

За випадків детермінованих підходів процеси розформування масивів організуються на певних закономірностях за рахунок, наприклад, жорстких кінематичних зв'язків і послідовностей у виконанні окремих операцій. Не детерміновані підходи визначаються не прогнозованою послідовністю взаємодій між виробами, між виробами та бічними напрямними, рухомими та нерухомими упорами і т.д. Але у цьому випадку необхідно знайти такі конструктивні рішення, які б реалізовували задану пропускну здатність.

У зв'язку з цим актуальним є питання встановлення оптимальних кінематичних параметрів при використанні двопотокових ТТС, підвищення стабільності транспортування і зменшення питомої енергоємності та витрат на ремонт, забезпечуючи необхідну продуктивність.

**Метою роботи** є встановлення залежностей між швидкісними характеристиками руху тари та конструктивними параметрами подільника потоку для унеможливлення затороутворення.

**Матеріали і результати досліджень.** Для рішення поставленої задачі використано запропонований автором пристрій [6] для розподілу потоку виробів, який включає підвідний і відвідні транспортери, нерухомі напрямні та орієнтатор (рис.1). Відповідно до винаходу, орієнтатор виконаний у вигляді додаткового транспортера, розміщеного між відвідними транспортерами в продовження підвідного, причому привід додаткового транспортера кінематично зв'язаний з приводами відвідних з передаточним відношенням між додатковим і відвідними транспортерами більше 1, а саме  $1,1 \div 1,3$ .

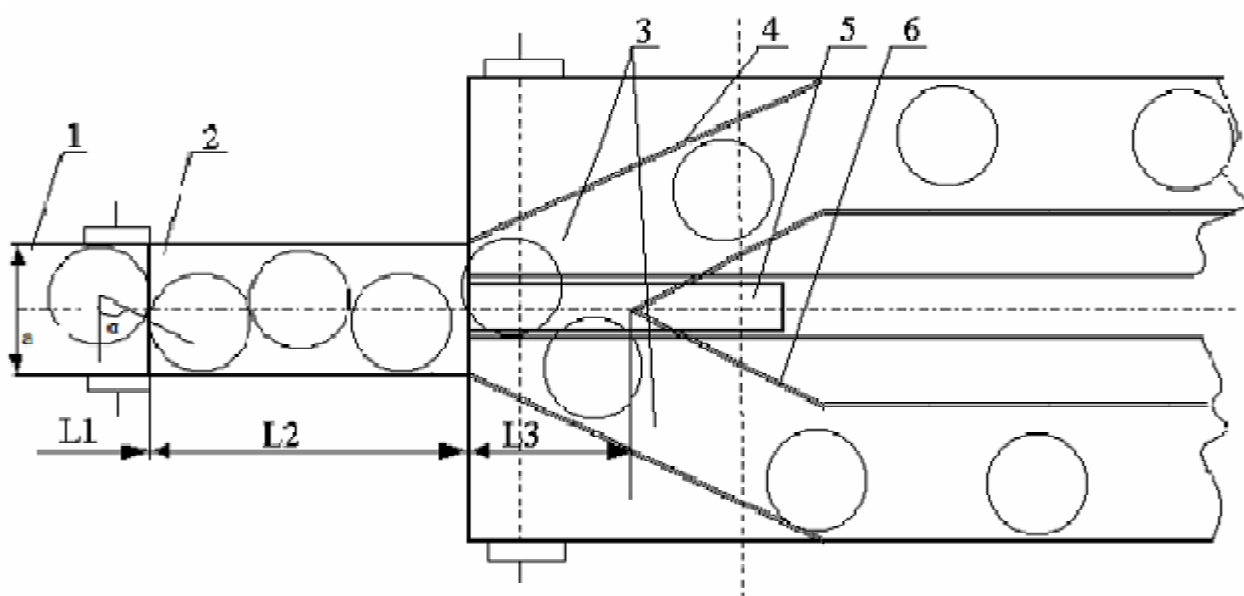


Рис. 1. Схема пристрою для розподілу потоку виробів.

Пристрій для розподілу потоку виробів (рис.1) складається з підвідного транспортера 1, перевантажувальної ланки 2, двох відвідних транспортерів 3, обмежувачів потоку 4, подільника потоку 6 та додаткового транспортера 5, встановленого в продовження підвідного транспортера 1 і розміщеного між відвідними транспортерами 3, причому додатковий транспортер 5 зв'язаний з відвідними транспортерами кінематичним вузлом з передаточним відношенням  $1,3 \div 1,8$ .

Коротко опишемо роботу. Потік виробів на підвідному транспортері 1 розміщується у „шахматному” порядку, тобто ширина транспортера становить 1,5 діаметра тари, що транспортується. Вироби з підвідного транспортера 1 за допомогою додаткового транспортера 5 подаються на відвідні транспортери 3. При цьому додатковий транспортер 5 утворює розподільчу поверхню, яка за рахунок допоміжного кінематичного вузла, що має передаточне відношення  $1,1 \div 1,3$  — забезпечує додатковий імпульс руху виробів по чергово на відвідні транспортери, тобто підвищення швидкості їх переміщення на відвідних транспортерах 3. Внаслідок цього на транспортерах 3 унеможливується виникнення заторів. Окрім того, на відвідних транспортерах 3 можуть одночасно виконуватися різні технологічні процеси.

**Визначення кінематики переміщення флакона вздовж косої напрямної.** На етапі розподілу з подільником потоку з використанням додаткового конвеєра, рух флакона контактує з опорною площиною за дугою кола і одночасно здійснює обертальний рух з частотою та поступальний рух зі швидкістю центра мас (рис.1).

На рисунку 2 представлено розрахункову схему для визначення рушійного моменту та моменту сил тертя опору з опорною площиною.

В точках А та А' лінії контакту флакона з опорною площиною виберемо елементарні ділянки з довжиною  $dl$ . Числове значення сили тертя знайдемо з виразу

$$dF = f_0 \cdot q \cdot dl, \quad (1)$$

де  $f_0$  – коефіцієнт тертя з опорною площиною;  $q$  –

питомий тиск:  $q = \frac{m \cdot g}{2 \cdot p \cdot R}$ ,  $R$  – радіус кола контактної лінії.

Тоді

$$dF = \frac{f_0 \cdot m \cdot g}{2 \cdot p \cdot R} dl. \quad (2)$$

Елементарний момент від сили тертя  $dF$

$$dM = dF \cdot h_{KB}, \quad (3)$$

де  $h_{KB}$  – відстань від точки В контакту флакона з напрямною до лінії дії вектора елементарної сили тертя. Підставивши (2) в (3) отримаємо

$$dM = \frac{f_0 \cdot m \cdot g}{2 \cdot p \cdot R} \cdot h_{KB} dl. \quad (4)$$

У виразі (4) змінною є величина  $h_{KB}$ , яка залежить від  $\beta$ ,  $R$ ,  $V_d$ ,  $\varphi$ ,  $R$ , де  $\varphi$  – кутова швидкість обертального руху флакона.

Як видно з рис. 2, елементарна складова сили тертя  $dF$  створює протидіючий обертальному моменту, а в точці  $dF'$  – рушійний. Для нашого випадку маємо

$$\vec{V}_n = \vec{V}_d + j\vec{\omega}R. \quad (5)$$

Так як напрямок і значення швидкості  $\vec{V}_d$  є фіксованими, плече елементарної сили  $dF$  ( $h_{KB}$ ) знайдемо за виразом

$$h_{KB} = r \cdot \sin(g), \quad (6)$$

де  $r$  – радіус-вектор обертання флакона вздовж бічної напрямної. Як видно з рис. 2,

$$g = 90 - d. \quad (7)$$

Для трикутника  $ADL$  кут при вершині  $D$  рівний  $90 - a_1$ , тобто використавши теорему синусів отримаємо

$$\frac{j\vec{\omega}R}{\sin(90 - a_1)} = \frac{V_d}{\sin(d)}, \quad (8)$$

звідки

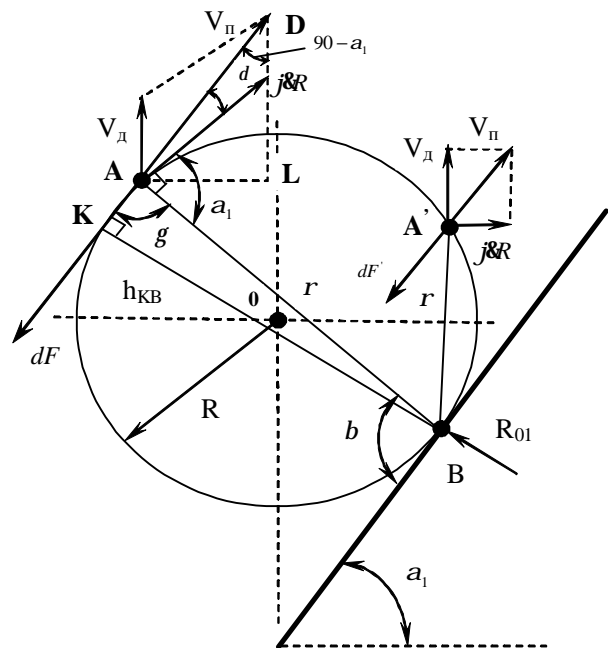


Рис. 2. Розрахункова схема для визначення параметрів руху флакона на подільнику потоку.



$$d = \arcsin\left(\frac{V_d \cdot \sin(90 - a_1)}{jR}\right) = \arcsin\left(\frac{V_d \cdot \cos(a_1)}{jR}\right) \quad (9)$$

Підставивши вираз (9) в (7), з наступною підстановкою у вираз (6), отримаємо вираз для плеча елементарної сили  $dF$

$$h_{KB} = r \cdot \sin(90^\circ - \arcsin\left(\frac{V_d \cdot \cos(a_1)}{jR}\right)) \quad (10)$$

$$M_{руш} = \frac{2f_1mg}{p} \int_0^{\frac{3}{4}p - a_1} \sin^2(b) \cdot \sin\left(90^\circ - \arcsin\left(\frac{V_d \cdot \cos(a_1)}{jR}\right)\right) \cdot db \quad (12)$$

Якщо позначити реакції бічної  $R_{01}$  (рис. 2), то момент опору переміщення кочення

$$M_{оп} = f_1 \cdot R_{01}, \quad (13)$$

$$I_{ж} = M_{руш} = \frac{2f_1mg}{p} \int_0^{\frac{3}{4}p - a_1} \sin^2(b) \cdot \sin\left(90^\circ - \arcsin\left(\frac{V_d \cdot \cos(a_1)}{jR}\right)\right) \cdot db - f_1R_{01} \quad (14)$$

Розв'язання рівняння (14) виконується за початкових умов:

$$t_{(n)} = 0; j_{(n)} = 0; j_{\dot{n}} = 0. \quad (15)$$

Рівняння (15) розв'язуємо методом послідовних наближень, задавши величину  $\varphi$  та здійснюємо розв'язання рівняння руху.

**Методика проведення експериментальних досліджень та результати.** Визначення кінематичних параметрів подільника потоку з застосуванням додаткового конвеєра проводились на лабораторному стенді (схема – рис.1) з використанням отриманих результатів виразу (15).

Дослідження полягали в визначенні часу переходу флаконів на відвідний конвеєр для встановлення необхідного позиціонування флакона на відвідному конвеєрі а також середньої швидкості переміщення флаконів вздовж бічної напрямної.

Дослідження проводились за наступною схемою (рис.1):

- приводився в рух підвідний конвеєр;
- встановлювався кут бічної напрямної  $\alpha = 45^\circ$ ;

Довжина радіуса-вектора  $r$  як функції кута  $\beta$  в межах зміни рушійної сили як складової  $V_d$  від  $0^\circ$  до  $\frac{3}{4}p - a_1$  визначається

$$r = 2R \cos(90^\circ - b) = 2R \sin(b) \quad (11)$$

Для кутів  $\alpha\beta$  можна вважати:  $dl = r db$ , тоді значення моменту рушійної сили знайдемо за виразом

де  $f_1$  – коефіцієнт тертя кочення.

Рівняння руху флакона на подільнику потоку запишемо у вигляді

в) приводився в рух відвідний конвеєр. Швидкість відвідного конвеєра плавним регулюванням встановлювалась, почергово, після виконання 5 досліджень на кожній із швидкостей у відповідності до швидкості підвідного конвеєра

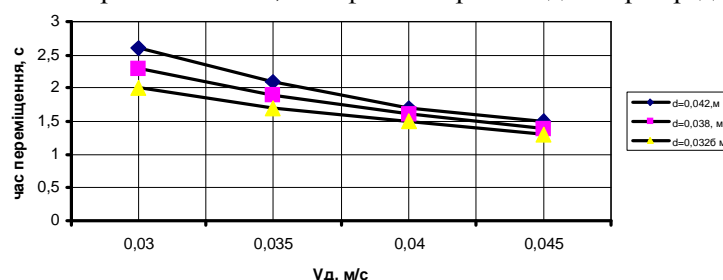
$$V_d = 1, 1V_n; V_d = 1, 2V_n; V_d = 1, 3V_n;$$

г) змінювалась швидкість привідного конвеєра в діапазоні із кроком  $\Delta V = 0,005$  м/с; виконувались дослідження за пунктом в;

д) встановлювався кут нахилу бічної напрямної  $\alpha = 60^\circ$ ; виконувались дослідження за пунктами в та г.

Проведені експериментальні дослідження дозволили встановити, що оптимальне співвідношення між швидкісними параметрами «підвідний конвеєр-додатковий конвеєр» становить  $V_d = 1,2 \cdot V_n$ .

Залежність часу переміщення флакона по нерухомій площині від швидкості підвідного конвеєра  $V_n$  при оптимальному значенні кута  $\alpha_{опт} = 17^\circ$  (рис. 1) для флаконів різного діаметра представлені на рис. 3.



**Рис. 3.** Залежність часу переміщення флакона по бічній напрямній від швидкості додаткового конвеєра  $V_n$  ( $V_d = 1,2 \cdot V_n$ ) для флаконів різного діаметра.

**Висновки.** Отримане рівняння складного руху виробів вздовж бічних напрямних на ланці розподілу потоку та здійснена експериментальна перевірка теоретичних положень. Знайдено, що для випадку поступального та зворотно-обертального руху флаконів вздовж бічної напрямної швидкості переміщення центрів мас практично співпадають. Щодо кінце-

вого результату, то можна зробити висновок, що використання додаткового конвеєра при розподілі потоку може мати своє технічне застосування. Хоча, слід відмітити, що організація процесів переміщення вантажів з поступальним рухом енергетично більш вигідна, бо в цьому випадку відсутня кінетична енергія зворотно-обертального руху.

#### **Література**

1. Промышленная технология лекарств / [М.Е. Чернов, М.М.Хохлова, Л.И. Богуславская и др.]; под ред. В.И. Чуешова. [3-е изд]. – Х.: Основа, Издательство УкрФА, 1999. – 704 с.
2. Губський Т.П. Організація та економіка фармацевтичної справи / Губський Т.П. – К: Вища школа, 1988. – 230с.
3. Погрузочно-разгрузочное и транспортное оборудование в перерабатывающей промышленности: справочник / [Сторижко И.И., Ярешко В.П., Валиулин Г.Р., Южно М.И.]; под ред. Соколенко А.И. – К: «Урожай», 1990. – 152с.
4. Балашов В.Е. Механизация погрузочно-разгрузочных,

- транспортных и складских работ в пиво-безалкогольной промышленности / [Балашов В.Е., Верховский А.С., Моговой В.С.] – М.: Пищевая промышленность. – 1978. – 142с.
5. Резнік В.Г. Удосконалення методів розрахунку і обладнання ліній розливу: автореф. дис. на здобуття наук ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.09 «Машини харчої, мікробіологічної та фармацевтичної промисловості»/ В.Г.Резнік. – Київ, 1999. – 20с.
6. Патент 70461А. Україна МПК 7 В65В5/10. Пристрій для розподілу потоку виробів / Кравець Н.О., Рогатинський Р.М. – №2003098777; заявл. 26.09.2003; опубл. 15.10.2004, Бюл. №10.

УДК 613:1.87

## ЭКСПЕРТНА СИСТЕМА ВИБОРУ КОМПЛЕКСУ МЕТОДІВ ЛІКУВАННЯ ЗА МЕТОДИКОЮ ТРАДИЦІЙНОЇ КИТАЙСЬКОЇ МЕДИЦИНИ (КОНЦЕПЦІЯ „У-СІН”).

**Д. В. Вакуленко, І. І. Сугоняк**

*Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського  
Житомирського військовий інститут імені С. П. Королева,  
Національний авіаційний університет*

В роботі запропонована методика прийняття рішень щодо вибору комплексу методів лікування пацієнтів з порушеннями, визначеними за методикою “У-СІН”. Такий підхід забезпечує вибір комплексу фізіотерапевтичних методів, що є оптимальним за ефективністю та збалансованим за часом застосування та навантаженням на пацієнта. Запропонована структура СППР дозволить лікарям, які практикують традиційну китайську медицину, визначати плани підтримуючого лікування для пацієнтів, що отримують медикаментозну терапію або видужують після хірургічного втручання.

**Ключові слова:** голкорексотерапія, теорія “У-СІН”

## ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ВЫБОРА КОМПЛЕКСА МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ ЗА МЕТОДИКОЙ ТРАДИЦИОННОЙ КИТАЙСКОЙ МЕДИЦИНЫ (КОНЦЕПЦИЯ „У-СИН”).

**Д. В. Вакуленко, И.И. Сугоняк**

*Тернопольский государственный медицинский университет имени И. Я. Горбачевского  
Житомирский военный институт имени С. П. Королева,  
Национальный авиационный университет*

В работе предложена методика принятия решений относительно выбора комплекса методов лечения пациентов с нарушениями, определенными за методикой “У-СИН”. Такой подход обеспечивает выбор комплекса физиотерапевтических методов, которые являются оптимальными по эффективности и сбалансированными по времени применения и нагрузке на пациента. Предложенная структура СППР позволит врачам, не практикующим традиционную китайскую медицину, определять планы поддерживающего лечения для пациентов, получающих медикаментозную терапию или выздоравливающих после хирургического вмешательства.

**Ключевые слова:** иглорефлексотерапия, теория “У-СИН”

## EXPERT SYSTEM FOR SEARCH OF TREATMENT METHODS DUE TO TRADITIONAL CHINA MEDICINE (CONCEPTION OF „U-SIN”).

**D. V. Vakulenko, I. I. Suhoniak**

*Ternopil State Medical University by I.Ya. Horbachevsky  
Zhytomyr Military Institute by S. P. Koroliiov, National Aviation University*

In this paper general aspects of designing expert systems for the choice of complex methods of treatment for patients on base of traditional china medicine, ESDD for Traditional Chinese Medicine (TKM). Implementing such a system would reduce the time to determine the methods of treatment, to use the experience gained in TCM, for treatment of diseases, improve the validity and quality of decision-making for treatment of diseases.

**Key words:** needle reflexotherapy, theory “U-SIN”

**Вступ.** В 1979 році Всесвітня організація охорони здоров'я дала високу оцінку традиційній китайській

медицині (ТКМ), визнавши спершу, що 43 стани можуть бутивилікувані методом голкорексотерапії.

© Д. В. Вакуленко, І. І. Сугоняк

Згодом була визнаною доцільність використання методів ТКМ в поєднанні із традиційною медициною. Слід підкреслити, що поєднання сучасних методів фізіотерапії і фізіопунктури (акупунктура) з медикаментозною терапією дозволяє отримати наступні переваги в процесі лікування:

- потенціюючий ефект при використанні ненаркотичних анагетиків та антидепресантів;
- значне покращення результатів лікування завдяки своєрідному синергізму з більшістю ліків;
- підвищення переносимості різних варіантів лікарської терапії, зменшення вірогідності алергічних реакцій, токсичної дії, метаболічних порушень тощо;
- зменшення дозування ліків при більшій ефективності лікування.

Описані варіанти системного, системно-антисистемного підходу європейської медицини до лікування захворювань перегукуються з основними положеннями східної медицини. Лікарі Сходу здавна користуються положеннями теорії “У-СІН” (теорії 5-ти першоелементів), де чітко розписані взаємини між системами (органами, меридіанами) і їх взаємний вплив. Теорія “У-СІН” дозволяє цілеспрямовано використовувати принципи системності в лікуванні більшості захворювань, незалежно від методів терапії [1] та значно підвищує ефект традиційної медикаментозної терапії, а в деяких випадках дозволяє обійтись без неї.

Для забезпечення точної діагностики за теорією “У-СІН” в сучасних умовах доцільними є побудова експертної системи діагностування та визначення методів лікування (надалі ЕСДВМ) за відповідною методикою.

Метою цього дослідження є визначення теоретичних засад та розробка проекту блоку підбору лікування (надалі ЕСЛ) для даної системи із використанням системного підходу, теорії нечітких множин та методів багатокритеріального аналізу. Для досягнення встановленої мети у дослідженні були вирішені наступні завдання: визначено та проранжовано множину відхилень стану та здійснене лінгвістичне оцінювання абсолютних значень захворювань, що оцінюються за умов підбору методу лікування за методикою “У-СІН”; розроблено структуру, математичне та алгоритмічне забезпечення бази знань модуля підбору лікування; побудовано нечіткий алгоритм формування висновків щодо вибору комплексу методів лікування пацієнтів з порушеннями, визначеними за методикою “У-СІН”.

**Постановка завдання.** Розглянута в [1] методика прийняття рішень щодо діагностики ста-

ну пацієнта у відповідності до підходів традиційної медицини дозволяє лікарю чітко ідентифікувати стан пацієнта. Нерозглянутим залишається питання призначення лікування. Зазвичай пацієнт має не одне порушення стихії, а декілька, тому вибір системи комплексного лікування, яке є оптимальним з точки зору ефективності впливу на пацієнта, та при цьому є можливим з точки зору його фізичного стану, є актуальним і потребує розробки механізмів прийняття рішень. Нехай, стан  $i$ -го пацієнта характеризується множиною порушень стихій  $F_{ik}$ , та наявними в нього можливостями щодо лікування – вектором протипоказань  $P_i = \{p_{ij}\}$ , де  $p_{ij} \in [1..5]$  оцінка рівня граничного впливу на  $j$ -ту систему органів, та наявним рівнем ресурсів  $R_i$  – сумарний час тривалості процедур за один день. Даний показник визначається як за медичним станом пацієнта, так і за його особистими обмеженнями часу для лікування. При цьому лікар за результатами огляду пацієнта складає матрицю попарного порівняння складності порушень для їх ранжування за важливістю (черговістю) втручання. За даними матриці визначаються ранги  $I_{ik}$  кожного з порушень з метою визначення пріоритетності лікування. Для множини напрямків впливу на організм  $Q = \{Q_r\}$  поставлені у відповідність методи лікування  $L = \{L_s\}$ . Кожен з методів визначений у просторі властивостей  $I_s = \langle E, R_s, T, T_y \rangle$ , де  $E$  – рівень впливу методу (за лінгвістичною оцінкою низький, помірний, сильний),  $R_s$  – тривалість процедури,  $T$  – тривалість застосування методу,  $T_y$  – (періодичність застосування методу), причому  $E = f(T, T_y)$ . Тоді оптимальним лікуванням є така матриця методів лікування, що має наступну структуру:  $M = \langle L_{opt}, t_1, T, T_y \rangle$ , де  $L_{opt}$  – підмножина методів лікування, що визначена для  $i$ -го пацієнта,  $t_1$  – день початку застосування методу (1 вважається день початку лікування). Необхідними є розробка методів підтримки прийняття рішень, що має здатність визначення оптимального комплексу методів лікування та планування їх у часі із врахуванням викладених вище обмежень.

**Основна частина.** Загальна структура процесу прийняття рішення щодо вибору та планування оптимального комплексу лікувальних заходів наведено на рисунку 1.

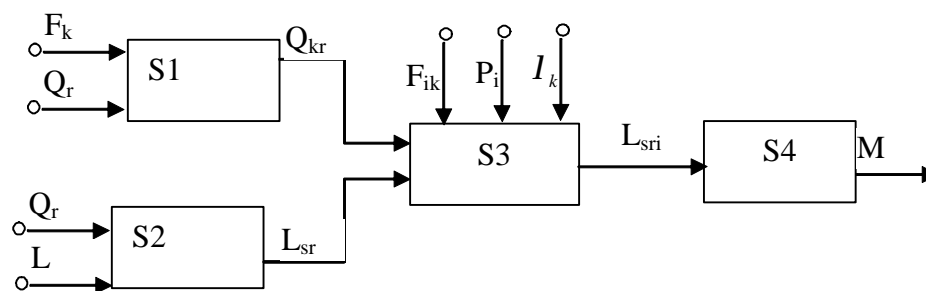


Рис. 1. Структура моделі прийняття рішень щодо визначення матриці методів лікування пацієнта.

Основною метою блоку S1 є формування правил визначення напрямів лікування, що відповідають визначеним порушенням стану здоров'я пацієнта за умови постійного оновлення матриці знань. Результатом моделювання в блоці S1 є визначення:

$$\mathbf{U} \left[ \mathbf{I} (F_k = 1) \right] \rightarrow Q_{kr} = Q_k, k = \overline{1, m}, r = \overline{1, n}, \quad (1)$$

тобто набору правил вигляду ЯКЦО ( $F_{k_i} = 1$ ) І ( $F_{k_j} = 1$ ) АБО ( $F_{k_s} = 1$ ) ТО  $y = d_m$ . Матриця знань

формується за визначеними у традиційній китайській медицині станами порушення стихій та існуючими методами лікування, доступними в даний час медичному закладу або пацієнту. Під час роботи системи лікарі, що її експлуатують, проводять донавання системи, розширюючи перелік методів лікування та вносячи уточнення в матрицю знань щодо їх застосування. Фрагмент початкового варіанту матриці знань та правил вибору напрямків лікування наведений на рис. 2.

Основною метою блоку S2 є формування правил визначення методів лікування, що відповідають виз-

№ з.п	серце недостатність Чи( $F_1$ )	серце критичне зменшення або відходження Чи( $F_2$ )	серце недостатність Ян ( $F_3$ )	серце виснаження Инь серця ( $F_4$ )	...	$Q_r$
1	2	3	4	5	...	$m+1$
1.	1	0	1	0	...	Q1 -поповнити Чи
2.	1	0	1	0	...	Q2- прогріти Ян
3.	1	0	0	0	...	Q1 -поповнити Чи
4.	0	0	1	0	...	Q2- прогріти Ян
5.	0	0	0	1	...	Q3-поповнити кров
6.	0	0	0	1	...	Q4-покращити харчування серця
...	...	...	...	...	...	...

$$\mathbf{I}_{i=1,3} F_i \mathbf{U} F_i \rightarrow Q_{kr} = Q_1; \mathbf{I}_{i=1,3} F_i \mathbf{U} F_i \rightarrow Q_{kr} = Q_2 =; F_5 \rightarrow Q_{kr} = Q_3 \dots$$

Рис. 2. Фрагмент матриці знань та набору правил системи.

наченим напрямам та є доступними для застосування в даний час. База доступних методів оновлюється під час експлуатації системи. Слід зауважити, що під час наповнення бази методів лікування необхідно дотриматись одночасно принципів повноти та доступності. Тобто перелік методів лікування має бути повним, для того, щоб забезпечити лікування рівних комплексних

станів погіршення здоров'я пацієнта, з іншого боку методи мають бути доступними для застосування в умовах процесу лікування пацієнта. База знань для другого блоку також є продукційною і визначається набором правил вибору методів, аналогічних (1).

В блоці S3 виконується вибір напрямків лікування та їх впорядкування за пріоритетами. Пріоритетність



напрямку залежить від його рівня

$$I_{ik}^* = \sum_j I_{ikj} / \sum_k \sum_j I_{ikj}, I_{ikj} - \text{оцінка попарного порівняння двох порушень стихій, що спостерігаються у } i\text{-го пацієнта. Такий пріоритет присвоюється і методам лікування, що підходять для даного напрямку. Необхідний рівень впливу методу лікування ставиться у відповідність до рівня порушення у пацієнта. Утворена підмножина методів } L_{si} = \langle E, R, P, T, T_y \rangle,$$

де  $P = \{P_{ik}\}$  - протипоказу застосування даного методу - складає множину допустимих лікувальних заходів пацієнта,  $R$  - тривалість однієї процедури. Тоді множина можливих лікувальних заходів  $L_{sti} = S_{P_{ik} \neq P_i}(L_{si})$ , де  $\sigma$  - операція вибірки. Тобто до підмножини входять лише ті методи, які не мають протипоказів, що збігаються з вектором протипоказів пацієнта.

Метою блоку S4 є вибір оптимального плану лікування, що включає вибір та узгодження методів лікування, які забезпечать пацієнту очікуваний ефект, тобто зміцнення стану здоров'я та усунення порушень стихій. Задачею оптимізації в даному випадку є визначення Парето-оптимальної множини методів, що забезпечують наступні вимоги:

Максимізацію лікувального ефекту:

$$F_k(x) = \max(E x_j^k), \quad (2)$$

та мінімізацію часу, витраченого на лікування:

$$T_k(x) = \min(T * x_j^k / T_y) \quad (3)$$

де  $x_j^k$  - метод лікування, що належить до k-го напрямку лікування.

Системі притаманні наступні обмеження:

а) набір правил, що визначає медичну можливість застосування даних методів одночасно

$$\prod_i x_j^i = 1; \quad (4)$$

б) метод може бути обраним або не обраним

$$x_j^i \in [0;1]; \quad (5)$$

тривалість процедур в день не перевищує обмежень для пацієнта за часом:

$$\frac{\sum_k \sum_j T_j^k * x_j^k / T_{y_j}^k}{\max\{T_j^k\}} \leq R_i \quad (6)$$

Розв'язання задачі багатокритеріальної оптимізації [2-6] доцільно виконати лексикографічним методом (рис. 3).

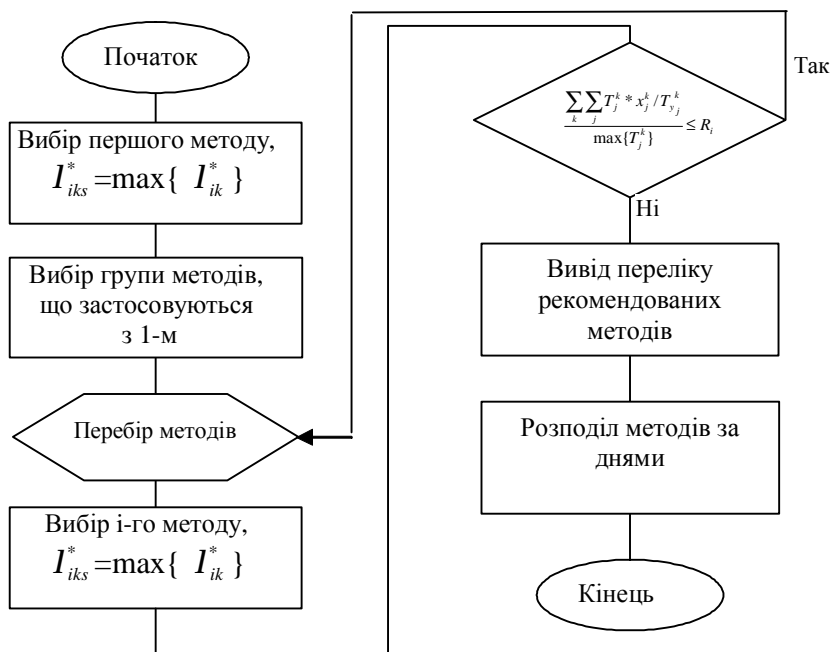


Рис. 3. Блок-схема укрупненого алгоритму лексикографічного методу розв'язання задачі оптимізації.

Отриманий в результаті даного алгоритму план лікування дозволяє надати пацієнту рекомендації щодо лікування, що відповідають його потребам та забезпечують найкращий ефект в найменші з можливих термінів.

Для реалізації СППР відповідного призначення необхідно реалізувати наступні класи та методи (рис 4):

Узагальнений алгоритм роботи системи проілюструємо за допомогою діаграми активності (рис 5):

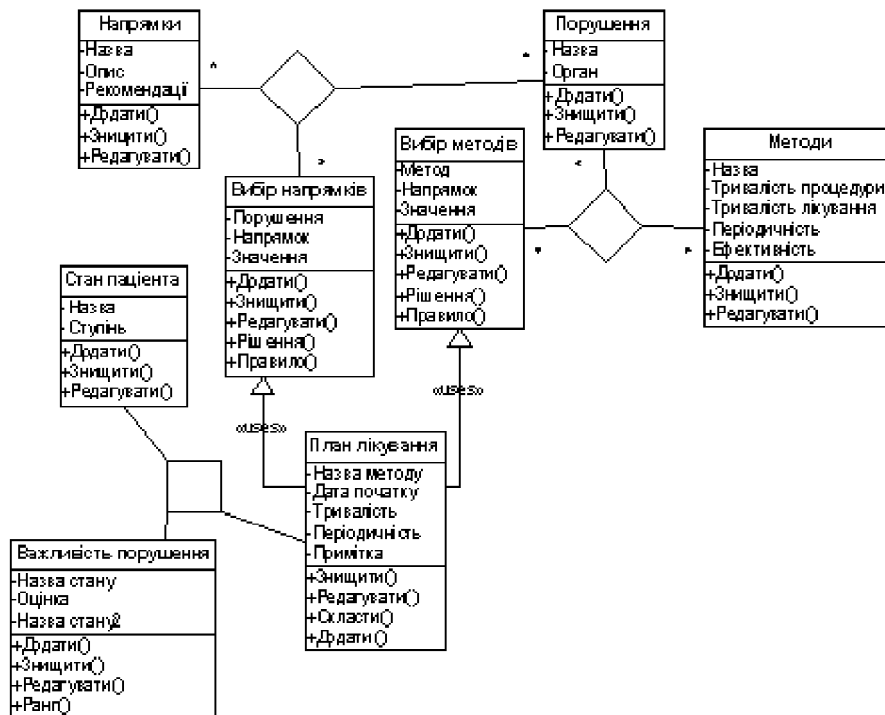


Рис. 4. Узагальнена діаграма класів СППР.



Рис. 5. Узагальнена діаграма класів СППР.

Дана система традиційно для СППР функціонує в трьох режимах: навчання – початкове наповнення бази знань та формування правил, підтримки прийняття рішень; визначення плану лікування та його корекція при зміні стану пацієнта; донавчання – внесення нових знань в систему за результатами досліджень та досвіду лікування пацієнтів.

**Висновки.** В роботі запропонована методика прийняття рішень щодо вибору комплексу методів лікування пацієнтів з порушеннями, визначеними за методикою “У-СІН”. Такий підхід забезпечує вибір комплексу фізіотерапевтичних методів, що є оптимальним за ефективністю та збалансованим за часом застосування та навантаженням на па-

цієнта. Запропонована структура СППР дозволить лікарям, які не практикують традиційну китайську медицину, визначати плани підтримуючого лікуван-

ня для пацієнтів, що отримують медикаментозну терапію або видужують після хірургічного втручання.

#### **Література**

1. Белоусов П. В. Теоретические основы китайской медицины / П. В. Белоусов. – Алматы, 2004. – 160 с. – (Серия «Китайская чженцо-терапия»).
2. Дивизинюк М. М. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности : [монография] / Дивизинюк М. М., Герасимова Б. М., Субач И. Ю. ; под. ред. Герасимова Б. М. – Севастополь : МОУ, 2004. – 320 с.
3. Самохвалов Ю. Я. Экспертное оценивание. Методический аспект / Ю. Я. Самохвалов, Е. М. Науменко – К.: ДУКІТ, 2007. – 262 с.
4. Вакуленко Д. В. Експертна система діагностики стану пацієнтів із використанням підходів традиційної китайської медицини (концепція “У-СІН”) / Д. В. Вакуленко, І. І. Сугопяк // Медична інформатика та інженерія. – 2009. – № 4. – С. 97 – 102.

УДК 614.23.314

## ПІДХІД НА ОСНОВІ АКТУАРНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДО ЗАДАЧ СТРАХОВОЇ МЕДИЦИНИ

**В. П. Марценюк, Н. Я. Климук, І. Є. Андрущак**

*Тернопільський державний медичний університет імені І.Горбачевського*

У роботі розвинуто підхід на основі актуарних математичних моделей до задач медичного страхування. Моделі сформульовано в термінах рівнянь Колмогорова та Тіле.

**Ключові слова:** медичне страхування, рівняння Колмогорова, рівняння Тіле

## ПОДХОД НА ОСНОВЕ АКТУАРНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ К ЗАДАЧАМ СТРАХОВОЙ МЕДИЦИНЫ

**В. П. Марценюк, Н. Я. Климук, И. Е. Андрущак**

*Тернопольский государственный медицинский университет имени И. Я. Горбачевского*

В работе развит подход на основе актуарных математических моделей к задачам медицинского страхования. Модели сформулированы в терминах уравнений Колмогорова и Тиле.

**Ключевые слова:** медицинское страхование, уравнение Колмогорова, уравнение Тиле

## APPROACH BASED ON ACTUARIAL MATHEMATICAL MODELS FOR THE PROBLEMS OF HEALTH INSURANCE

**V. P. Martsenyuk, N. Ya. Klymuk, I. Ye. Andrushchak**

*Ternopil State Medical University by I.Ya. Horbachevsky*

In this work there is developed an approach based on actuarial mathematical models for the problems of health insurance. Models are presented in terms of Kolmogorov and Thiele equations.

**Key words:** health insurance, Kolmogorov equation, Thiele equation

**Вступ.** Охорона здоров'я населення України є пріоритетним напрямком соціальної політики держави. Національна програма реформування галузі передбачає модернізацію системи охорони здоров'я і встановлює основні концептуальні пріоритети розвитку медичної галузі країни. Значиме місце у вирішенні проблем національної охорони здоров'я в багатьох країнах світу посідає медичне страхування [1-4]. При цьому одним з основних способів подолання проблем у національних системах охорони здоров'я є використання можливостей медичного страхування з метою підвищення якості медичної допомоги й збереження здоров'я населення.

У рамках розв'язання завдань, передбачених національними проектами, особливого значення набувають науково-практичні дослідження з удосконалення фінансового забезпечення охорони здоров'я. Про-

блеми функціонування системи медичного страхування активно обговорюються на різних рівнях. Сьогодні потрібно переходити від обговорення напрямків удосконалювання до фази інтенсивного впровадження раціональних організаційно-фінансових рішень в області медичного страхування.

Наукові підходи, вироблені в працях по теорії фінансів і страхової справи [1-5], послужили базою для розробки теоретико-методологічних основ сучасного медичного страхування. Разом з тим, інтенсифікація сучасного економічного й соціального розвитку вимагає розширення й поглиблення наукових, методологічних і практичних досліджень в області медичного страхування.

Метою роботи є розвиток теоретико-методологічної бази медичного страхування шляхом розробки актуарних математичних моделей.

**Матеріали та методи дослідження**

Наша модель ґрунтується на припущенні про те, що час, через який клієнт страхової компанії захворіє на хворобу (яка підлягає медичному страхуванню), якщо його вік становить  $x$ , є випадковою величиною  $T_x$  з неперервним розподілом. Такий розподіл буде повністю описаний, якщо ми знатимемо:

– функцію неперервного розподілу  $F_x(t) = P\{T_x \leq t\}$ , або

– відповідну функцію щільності  $f_x(t)$ , або

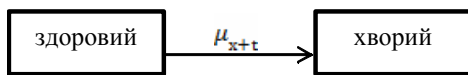
– силу захворюваності  $m_{x,t}$ . Даний показник введено по аналогії з демографією. Сила захворюваності є швидкістю ймовірності захворіти у віці  $t$  для особи, яка зараз має вік  $x$ . Вона може бути обчислена як:

$$m_{x,t} = -\frac{d}{dt} \ln S_x(t). \text{ Тут } S_x(t) = 1 - F_x(t) \text{ – функція}$$

опірності до хвороби (тобто ймовірність не захворіти до віку  $t$  для особи, яка зараз має вік  $x$ ).

Один із підходів полягає в припущенні, що є відомою функція неперервного розподілу  $F_x(t)$  (мається на увазі, що вона була оцінена, використовуючи відповідні статистичні дані). Це можна зробити на основі таблиці захворюваності  $l_x$  (тут  $l_x$  – ймовірність захворіти у віці  $x$  років), яку можна використати для обчислення оцінок параметрів страхового полісу (ОПП).

Припустимо, що нам відомо силу захворюваності у кожному віці. Зобразимо це схематично:



**Рис. 1.** Схема для представлення контракту медичного страхування.

Задачу медичного страхування можна сформулювати таким чином. При відомій силі захворювання для кожного віку  $m_{x,t}$  потрібно знайти всі ймовірності і ОПП, які потрібні для знаходження страхової суми та премії, визначених в страховому полісі.

Пропонований підхід полягає у вирішенні звичайного диференціального рівняння Колмогорова для знаходження ймовірності «не захворіти»:

$$\frac{d}{dt} {}_t P_x = - {}_t P_x m_{x+t}$$

Тут і надалі в роботі використовуватимуться позначення актуарної математики  ${}_t r_x = S_x(t)$ . В якості початкового стану розглядаємо  ${}_0 P_x = 1$ . Задача полягає у відшуванні  ${}_t r_x$  для всіх  $t > 0$ .

Для обчислення резервного капіталу з часом  $V(t)$ , що є визначальним при укладанні контракту медичного страхування, пропонується використовувати рівняння Гіле:

$$\frac{d}{dt} V(t) = V(t)d + \bar{P}_x - m_{x,t}(1 - V(t)).$$

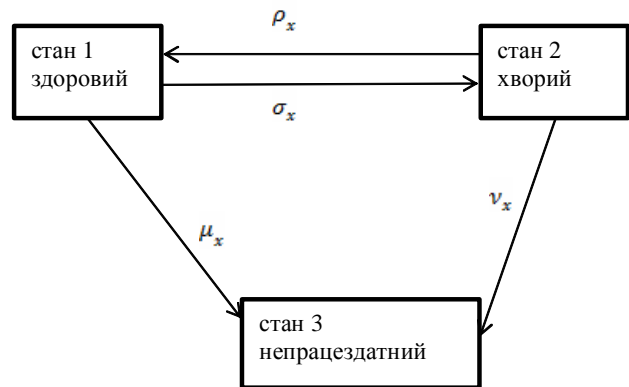
Тут  $\bar{P}_x$  – розмір страхової премії. Рівняння Гіле дозволяє обчислити нам вартість страхового полісу а також ОПП будь-яких грошових операцій. Граничною умовою у цьому випадку є кінцева умова швидше ніж початкова.

Дуже рідко  $m_{x,t}$  має настільки просту форму (наприклад константа), що ми можемо знайти розв'язки в явному вигляді. У той же час майже завжди розв'язки можуть бути знайдені чисельно. Ми зробимо це використовуючи найпростіший метод – схему Ейлера.

**Результати та їх обговорення**

З першого погляду підхід на основі рівнянь Колмогорова та Гіле здається більш складним, ніж просте використання таблиці захворюваності. Це дійсно так, хоча на сьогодні, завдяки потужним обчислювальним комп'ютерним методам, він є цілком реальним.

Переваги такого підходу проявляються при розгляді більш складних контрактів. Так, на рис. 2 наведено модель, яка лежить в основі медичного страхування на випадок втрати працездатності з метою заміщення втрачених заробітків.



**Рис. 2.** Модель, яку можна використати для представлення контракту страхування на випадок непрацездатності.

Ми могли б сформулювати цю модель в умовах випадкового часу, коли відбуваються події, аналогі випадкового часу захворіти  $T_x$ . Це надзвичайно складно і обчислення ймовірності і ОПП за допомогою цього підходу є неперспективним.



Але, якщо ми припустимо, що відомо «сили», що керують переходами між трьома станами, аналоги до сили захворювання  $m_{x,t}$ , то легко можна записа-

$${}_h P_x \approx {}_0 P_x + h \frac{d}{dt} P_x \Big|_{t=0} = {}_0 P_x + h [-{}_0 P_x m_{x+0}] = 1 - h m_x$$

$${}_{2h} P_x \approx {}_h P_x + h \frac{d}{dt} P_x \Big|_{t=h} = {}_h P_x + h [-{}_h P_x m_{x+h}] = 1 - h m_x - h(1 - h m_x) m_{x+h}$$

$${}_{3h} P_x \approx {}_{2h} P_x + h \frac{d}{dt} P_x \Big|_{t=2h} = {}_{2h} P_x + h [-{}_{2h} P_x m_{x+2h}]$$

І так далі. Такі обчислення легко можна програмувати в будь-якому із наступних програмних засобів: електронні таблиці; мови програмування (наприклад, Java); стандартні математичні пакети (наприклад, Maple, Matlab, Mathematica).

Зауважимо, що схема Ейлера є найпростішим обчислювальним методом для вирішення диференціального рівняння. Однак, це один з найповільніших і найменш точних методів. Тому на практиці доцільно використовувати більш ефективні чисельні методи.

**Розв'язання диференціального рівняння Тіле.** Ми можемо розв'язати диференціальне рівняння Тіле двома способами.

$$V(n-h) \approx V(n) - h \frac{d}{dt} V(t) \Big|_{t=n} = V(n) - h[V(n)d + \bar{P} - m_{x+n}(1-V(n))]$$

$$V(n-2h) \approx V(n-h) - h \frac{d}{dt} V(t) \Big|_{t=n-h} = V(n-h) - h[V(n-h)d + \bar{P} - m_{x+n-h}(1-V(n-h))]$$

$$V(n-3h) \approx V(n-2h) - h \frac{d}{dt} V(t) \Big|_{t=n-2h} = V(n-2h) - h[V(n-2h)d + \bar{P} - m_{x+n-2h}(1-V(n-2h))]$$

і т.д.

**Висновки.** 1. В роботі запропоновано актуарний підхід до побудови математичних моделей, які можуть бути використані при розробці полісів медичного страхування.

2. За допомогою рівняння Колмогорова, знаючи силу захворюваності можна здійснювати розрахунок залеж-

ти аналоги рівняння Колмогорова і рівняння Тіле і потім розв'язати їх чисельно.

**Розв'язок рівняння Колмогорова.** Застосувавши метод Ейлера до рівняння Колмогорова ми отримуємо:

1. Вперед від початкової умови:

$$V(0) = 0$$

2. Назад від кінцевої умови:

$$V(n) = 0 \text{ або } V(0) = 1$$

При розв'язуванні рівняння Тіле початкове значення дуже часто є невідомим. У той же час ми майже завжди знаємо кінцеве значення. Тому ми розв'яжемо рівняння Тіле починаючи від кінцевої умови. Застосувавши метод Ейлера з розміром кроку  $h$  ми маємо:

них від часу ймовірностей клієнта страхової компанії не захворіти на захворювання, що розглядається.

3. За допомогою рівняння Тіле пропонується розраховувати залежний від часу резервний капітал, що є визначальним при укладанні договору медичного страхування.

#### Література

1. Кудрявцев А. А. Страхование здоровья: опыт Великобритании. А. А. Кудрявцев, Р. Г. Плам, Г. В. Чернова – М. : Анкил, 2003. – 216 с.  
2. Система страхования в здравоохранении : учеб.-метод. пособие / Ю. П. Лисицын и др. – М. : Федер. фонд ОМС, 2001. – 223 с.  
3. Азаматов Д.М. Страховая медицина. Социально-фило-

софский анализ (на материалах Респ. Башкортостан) / Д.М. Азаматов, О.М. Иванова – Уфа, М. : 1999. – 263 с.  
4. Миронов А.А. Медицинское страхование / А. А. Миронов, А. М. Таранов, А. А. Чейда – М. : Наука, 1994. – 312 с.  
5. Актуарная математика : пер. с англ.; под ред. В. К. Малиновского / Бауэрс Н., Гербер Х., Джонс Н., Несбит С. – М. : Янус-К, 2001.

УДК 614.2(477):368.4.002.6:681.31

## КОНЦЕПТУАЛЬНА СХЕМА ПОБУДОВИ МОДЕЛІ ЗАГАЛЬНООБОВ'ЯЗКОВОГО ДЕРЖАВНОГО СОЦІАЛЬНОГО МЕДИЧНОГО СТРАХУВАННЯ В УКРАЇНІ

Є. В. Горшков

Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика

У статті розглянута концептуальна схема побудови моделі загальнообов'язкового державного соціального медичного страхування. Запропонована модель розрахунку страхового внеску з використанням ризикової надбавки та дисперсії.

**Ключові слова:** соціальне страхування, модель

## КОНЦЕПТУАЛЬНА СХЕМА ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ОБЩЕОБЯЗАТЕЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО СОЦИАЛЬНОГО МЕДИЦИНСКОГО СТРАХОВАНИЯ В УКРАИНЕ

Е. В. Горшков

Национальная медицинская академия последипломного образования имени П.Л. Шупика

В статье рассмотрена концептуальная схема построения модели общеобязательного государственного социального медицинского страхования. Предложена модель расчета страхового взноса с использованием рискованной надбавки и дисперсии.

**Ключевые слова:** социальное страхование, модель

## CONCEPTUAL SCHEME OF MODEL STRUCTURE OF COMPULSORY FOR ALL STATE SOCIAL MEDICAL INSURANCE IN UKRAINE

Ye. V. Horshkov

*National Medical Academy of Post-Graduate Education by P. L. Shupyk*

In this article there has been presented the conceptual scheme of the model structure of compulsory for all state social medical insurance. There has been proposed the calculation model of insurance payment using risk extra charge and dispersion.

**Key words:** social insurance, model.

**Вступ.** Накопичений багаторічний світовий досвід у галузі медичного страхування свідчить про високу ефективність різних моделей і систем медичного страхування та страхування здоров'я. До теперішнього часу визначаються три основні види фінансування охорони здоров'я: державне, через обов'язкове та добровільне медичне страхування та змішана форма.

Слід зауважити, що ці види у відокремленому вигляді практично не використовуються ні в одній державі, проте в деяких державах вони займають домінуюче положення. Так, наприклад, в Англії, Ірландії,

Шотландії, Італії та Данії домінує державна система фінансування. В таких країнах як Німеччина, Франція, Австрія, Бельгія, Нідерланди, Швеція та Японія домінує система обов'язкового медичного страхування, в той час як у США має перевагу змішана форма фінансування медичної допомоги, близько 90 % американців користуються послугами приватних страхових компаній [1].

### Основна частина.

Враховуючи історичні, ментальні, економічні особливості нашої країни, вважаємо доцільним побудову системи моделі загальнообов'язкового державного

соціального медичного страхування (ЗОДСМС) на основі моделі О. Бісмарка, яка модифікована із застосуванням засад моделі В. Бевериджа в частині фінансування пріоритетних державних програм, наукових досліджень тощо.

Модель Бісмарка, або соціально-орієнтована, основним чином ґрунтується на обов'язковому соціальному страхуванні всіх жителів аж до певного рівня доходу. Така система фінансується через цільові внески працедавців та працівників, а також бюджетних субсидій із загальних або цільових надходжень. До групи з такою моделлю належать Австрія, Бельгія, Франція, Німеччина, Нідерланди, Люксембург, а також Швейцарія [2].

Вивчення усього комплексу проблем, пов'язаних з організацією фінансового забезпечення охорони здоров'я на страхових засадах, дало підставу стверджувати, що в Україні доцільним є запровадження централізованої бюджетно-страхової моделі охорони здоров'я. Зміст її полягає в диверсифікації надходження коштів за рахунок двох джерел – коштів бюджетної системи та страхових внесків. Доцільним є додаткове залучення коштів через механізм добровільного медичного страхування та приватний сектор медицини.

Зупинимось детальніше саме на коштах загальнообов'язкового державного соціального медичного страхування, оскільки навколо впровадження цього джерела фінансування виникає найбільше суперечок з приводу того, як має бути побудована система такого страхування, хто має бути платником, який обсяг послуг має бути гарантований тощо.

Чіткого визначення потребує питання кількості суб'єктів загальнообов'язкового державного соціального медичного страхування.

Сама назва цього виду страхування говорить про те, що воно повинно мати обов'язковий характер і покривати витрати на лікування через офіційно встановленого платника, який повинен бути неурядовою організацією.

У більшості країн Західної Європи обов'язкове медичне страхування побудоване на системі єдиного платника. Ним може бути бюджет, єдиний страховий фонд або ж неприбуткові страховики з жорстким регуляторним механізмом їхньої діяльності.

Причин, чому участь комерційних страховиків в загальнообов'язковому державному соціальному медичному страхуванні не є бажаною, декілька:

1. Маючи на меті отримання прибутку, страховики прагнуть зменшення потенційних витрат, а тому шукатимуть способи залучати до страхування більш

здорових людей і відмовляти у страхуванні людям зі слабшим здоров'ям. А з боку держави простежити за такими випадками складно.

2. Ще одним аргументом проти участі комерційних страховиків у загальнообов'язковому державному соціальному медичному страхуванні вважаємо значний ризик банкрутства, особливо невеликих компаній. Пояснюється це тим, соціальне медичне страхування передбачає рівні умови для всіх громадян, а тому розмір страхових платежів не залежить від індивідуальних ризиків, що не дозволяє страховикові, як це відбувається при добровільному медичному страхуванні, компенсувати підвищений ризик зростанням страхового тарифу, що за умови нерівномірного розподілу ризиків може призвести до значних збитків.

3. За умови участі значної кількості страховиків відбуватиметься розпорошеність страхових коштів і складність контролю за їх рухом, а це робить систему ОМС ненадійною. Нерегульована система конкуруючих страховиків у разі запровадження обов'язкового медичного страхування аж ніяк не сприяє реалізації принципів соціальної справедливості.

4. Конкуренція, необхідністю якої страховики аргументують свою участь, повинна перш за все існувати серед медичних закладів, адже саме вони втілюють Конституційні права громадян на охорону здоров'я і від них залежить якість медичних послуг.

Щодо можливості існування декількох фондів, вважаємо цей варіант не оптимальним, оскільки він пов'язаний зі значними труднощами концентрації ризиків і відповідного розподілу фінансових ресурсів. Це пов'язано з тим, що різні регіони країни, а також різні групи населення характеризуються значним розривом в соціально-економічних умовах, різним рівнем захворюваності. За таких умов вірогідна така ситуація, коли в одному фонді акумулюються значно вищі ризики, ніж в інших, а відносний обсяг фінансових ресурсів при цьому буде меншим. Тому принципи соціальної справедливості вимагають, щоб фонди, які об'єднують людей з низькими витратами на лікування і високими доходами, субсидували фонди, в яких концентруються застраховані з більш високим рівнем витрат на лікування і низьким рівнем доходів. Організація такого перерозподілу фінансових ресурсів вимагає створення складного і точного механізму вирівнювання фінансових умов, в яких опиняються фонди медичного страхування.

Очевидним виходом є функціонування у сфері ОМС єдиного страхового фонду – Фонду медичного страхування.

**Завдання Фонду медичного страхування.**

Фонд медичного страхування повинен бути самостійною недержавною некомерційною організацією, що є юридичною особою і працює відповідно до чинного законодавства. Він повинен бути сформований на державному і регіональному рівнях.

Фонд медичного страхування повинен займатися:

- акумуляцією коштів на ОМС;
- здійсненням виплат медичним закладам за лікування застрахованих;
- розробкою та впровадженням правил страхування;
- формуванням баз даних платників страхових внесків, здійсненням контролю за своєчасною і повною сплатою страхових внесків;
- здійсненням контролю за якістю медичної допомоги, що надається медичними установами;
- розробленням пропозицій щодо встановлення та регулювання страхових тарифів для страхувальників;
- участю у фінансуванні державних і регіональних програм у сфері охорони здоров'я;
- створенням резервних фондів, що забезпечують стабільність функціонування системи ОМС.

Страховальник, згідно з договором, укладеним ним з Фондом медичного страхування, щомісяця сплачує страховий внесок встановленого розміру, а Фонд медичного страхування, зі свого боку, бере на себе зобов'язання організувати надання медичної допомоги застрахованим, а також фінансувати здійснення профілактичних заходів з метою запобігання захворювань.

Окрім Фонду медичного страхування суб'єктами загальнообов'язкового державного соціального медичного страхування є страховальники, лікувально-профілактичні установи та самі застраховані.

Страховальниками працюючого населення повинні на час перехідного етапу стати роботодавці. Але з часом, по закінченні перехідного етапу, обов'язок зі сплати внеску на ЗОДСМС варто розподілити між роботодавцем та самим працівником.

Чіткого визначення потребує питання встановлення страховальника для непрацюючого населення, дітей, пенсіонерів, інвалідів тощо. Тут доцільно застосувати схему багатоканального наповнення фонду медичного страхування. Наприклад, за пенсіонерів повинен сплачувати страховий внесок Пенсійний фонд, за безробітного – Фонд по безробіттю, за інвалідів – Фонд від нещасного випадку на виробництві, за дітей, студентів, – орган місцевого самоврядування, за державних службовців – державний бюджет.

Обсяг медичної допомоги, що надається застрахованим, повинен бути конкретизований у загально-

державній, регіональних та інших програмах в сфері загальнообов'язкового державного соціального медичного страхування. Ті медичні послуги, що не ввійшли до програм загальнообов'язкового державного соціального медичного страхування з огляду на надто високу їх вартість, але є необхідними для відновлення здоров'я, наприклад онкологічна допомога, допомога ВІЛ-інфікованим, діабетикам, хворим на туберкульоз тощо, повинні визначатися загальнодержавними цільовими програмами і фінансуватися за рахунок бюджетних коштів.

**Основні положення базової програми.**

Базова програма загальнообов'язкового державного соціального медичного страхування (Базова програма) повинна затверджуватись Кабінетом Міністрів України за поданням центральних органів виконавчої влади в сфері охорони здоров'я та фінансів, Фонду медичного страхування України. На основі Базової програми мають бути розроблені регіональні та інші програми в сфері загальнообов'язкового державного соціального медичного страхування, що можуть розширювати Базову програму з врахуванням специфічних ризиків, притаманних даному регіону. Обсяг та умови надання медичної допомоги, передбачені регіональними програмами, не можуть бути нижчі за встановлені Базовою програмою.

**Розмір страхового внеску.**

Важливим питанням є встановлення адекватного розміру страхового внеску. Він повинен встановлюватися у відсотках до заробітної плати, щоб усі страхувальники були у рівних умовах, тобто внески не повинні мати регресивний характер.

На початковому етапі запровадження обов'язкового медичного страхування доцільно передбачити так званий перехідний період, протягом якого сплата страхових внесків повинна здійснюватися виключно роботодавцями.

Можливо, це не зовсім справедливо по відношенню до останніх, але такий захід повинен носити тимчасовий характер і має на меті усунути суперечності між конституційним правом громадянина на безоплатність медичної допомоги та медичним страхуванням, що передбачає сплату страхових внесків. В перспективі, якщо система загальнообов'язкового медичного страхування доведе свою економічну та соціальну ефективність, неминучим є частковий перегляд статті 49 Конституції України в напрямку задіяння громадян у частковому фінансуванні сфери охорони здоров'я, приймаючи до уваги те, що безоплатність медичної допомоги забезпечується в межах фінансових можливостей держави, яких недо-



статньо для здійснення повного обсягу медичних послуг належної якості.

Аби уникнути навмисного заниження роботодавцями офіційної заробітної плати найманих працівників, що має на меті зменшення розміру страхових внесків, необхідно законодавчо забезпечити можливість віднесення коштів, направлених на сплату страхових внесків з загальнообов'язкового державного медичного страхування, на валові витрати підприємства.

Встановлення розміру страхового внеску потребує особливо виваженого підходу з огляду на те, що він, з одного боку, повинен забезпечити належне за обсягом наповнення бюджету фонду обов'язкового медичного страхування, а з іншого боку, не повинен чинити фінансового тиску на страхувальників.

Для розрахунку приблизного розміру внеску на обов'язкове медичне страхування за основу доцільно взяти модель розрахунку внеску, запропоновану О.Є. Губар, але з внесенням деяких коректив.

Суть запропонованої моделі полягає у розрахунку розміру страхового тарифу на основі показника середньорічного дефіциту витрат лікування на одну середньостатистичну особу з використанням ризикової надбавки ( $\lambda$ ) та дисперсії.

Внесення коректив доцільне саме у розрахунок суми дефіциту коштів на одну середньостатистичну особу.

В основу моделі розрахунку взято принцип варіації (variance principle):

$$C = MX + I DX, I > 0, \quad (1)$$

де:  $C$  – величина страхового внеску;

$X$  – випадкова величина можливого сумарного збитку;

$L$  – ризикова надбавка (ставка ризику);

$MX$  – середньорічна сума дефіциту видатків на лікування однієї середньостатистичної особи;

$DX$  – дисперсія.

Середньорічна сума дефіциту видатків на лікування однієї середньостатистичної особи та дисперсія розраховані за такими формулами:

$$MX = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (2)$$

$$DX = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 - (MX)^2. \quad (3)$$

де  $n$  – кількість досліджуваних періодів (років),  $n=5$ ;

$x_i$  – середньорічний дефіцит витрат на лікування  $i$ -го періоду.

Розрахунок величини витрат на медичне обслуговування однієї середньостатистичної особи необхід-

но здійснювати відповідно до нормального розподілу ймовірностей (розподіл Гаусса). Як відомо, це розподіл ймовірностей випадкової величини, що характеризується щільністю ймовірності:

$$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left( -\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right), \quad (4)$$

де  $\sigma$  – середнє квадратичне відхилення, що дорівнює  $\sqrt{D}$ ;

$\mu$  – середньорічна сума дефіциту видатків на лікування однієї середньостатистичної особи;

$x$  – дефіцит коштів на одну середньостатистичну особу за рік.

Актуальною проблемою у разі вибору схеми організації ЗОДСМС з єдиним платником, а в запропонованій нами концептуальній схемі платником є Фонд медичного страхування, є недопущення зловживань монопольним становищем та використання грошей страхового фонду не за цільовим призначенням.

Для цього за його діяльністю повинен бути постійний контроль, але контроль не лише з боку держави, а й з боку всіх зацікавлених осіб. Такий контроль можна певною мірою забезпечити створенням спеціального наглядового органу, до складу якого повинна входити рівна кількість представників від кожної зацікавленої сторони: держава, представники медичних установ, представники профспілок. Але лише такий захід не забезпечить всеосяжного контролю.

Вся інформація щодо діяльності Фонду, руху коштів, акумульованих у Фонді, фінансування Фондом спеціалізованих програм у сфері охорони здоров'я повинна бути відкритою і доступною широкому загалу, тобто необхідно забезпечити її оприлюднення по закінченні кожного звітного року в офіційних державних виданнях.

Держава в особі Міністерства охорони здоров'я повинна розробити державну програму ЗОДСМС, а місцеві органи влади відповідно до умов кожного регіону конкретизують і доповнюють базову державну програму. Територіальні програми повинні враховувати локальні чинники ризику і передбачати не лише медичні послуги, спрямовані на лікування громадян, а й профілактичні заходи, метою яких має бути запобігання негативному впливу характерних для цього регіону факторів ризику. Так, наприклад, на Закарпатті, зважаючи на характерний для цієї області йододефіцит, в територіальні програми доцільно було б включити профілактичні медогляди, спрямовані на ранню діагностику захворювань щитоподібної залози, медикаментозну профілактику тощо.



Але незмінним є те, що застрахований має право отримати необхідну йому для підтримання життєдіяльності і відновлення здоров'я медичну допомогу у повному обсязі і належної якості. В разі недостатності на таку допомогу коштів Фонду, лікування оплачується за рахунок державних коштів.

Можлива така ситуація, що клієнт окрім полісу ЗОДСМС має поліс добровільного медичного страхування. В такому випадку вважаємо справедливим такий розподіл відшкодування вартості медичних послуг: вартість послуг, які передбачені полісом ДМС, відшкодовується страховою компанією, але в межах страхової суми, вартість наданих послуг в розмірі перевищення страхової суми за полісом ДМС повинна бути відшкодована Фондом медичного страхування.

Але більш доцільним виходом з такої ситуації вважаємо розробку спеціальних сумісних програм ДМС та ЗДСМС, які мають забезпечити повний спектр медичної допомоги та виключити можливість подвійної оплати за одну й ту саму медичну послугу.

Окрім цього, доцільно було б скористатися досвідом Німеччини в галузі медичного страхування і передбачити можливість виходу із системи ЗОДСМС для тих громадян, чий дохід перевищує певний встановлений рівень [3]. Але необхідною умовою для цього має бути участь такого громадянина у системі добровільного медичного страхування. Тобто, звільнення громадянина, чий дохід перевищує рівень, встановлений для обов'язкової участі в ЗОДСМС, повинно відбуватись в такій послідовності:

#### Література.

1. Філатов В. М. Інституційні зміни у сфері охорони здоров'я в умовах транзитивної економіки. В. М. Філатов // Наукові праці ДонНТУ. Серія: економічна. Випуск 103-4. - 2006. - С. 92 – 96.

– на початку року громадянин заключає договір добровільного медичного страхування з вибраною ним страховою компанією;

– у Фонді медичного страхування громадянин заповнює заяву про відмову від ЗОДСМС і разом з копією полісу ДМС та довідкою про доходи подає її відповідний відділ фонду;

– після аналізу поданих документів Фонд приймає рішення про звільнення громадянина від сплати внесків на ЗОДСМС терміном на 1 рік.

В наступному році процедуру необхідно проходити знову.

**Висновки.** На найближчу перспективу до пріоритетних напрямків впровадження і розвитку ЗОДСМС в Україні доцільно віднести:

– прийняття проекту Закону “Про загальнообов'язкове державне соціальне медичне страхування”;

– розроблення єдиних стандартів лікувально-діагностичного процесу;

– узгодження величини нового страхового внеску із чинним механізмом оподаткування;

– розроблення бюджету фонду ЗДСМС, особливо в частині прогнозування необхідного обсягу фінансових ресурсів з урахуванням реальних потреб адміністративно-територіальних одиниць;

– виділення пріоритетних напрямів використання коштів;

– забезпечення контролю за витрачанням коштів ЗДСМС за призначенням через створення спеціального наглядового органу;

– вибір оптимального методу оплати медичної допомоги.

2. Губар О. Медичне страхування у країнах Європейського союзу / О. Губар // Фінанси України. - 2003. - № 7. - С. 130-136.

3. Ресурс: [www.bmg.bund.de](http://www.bmg.bund.de) // Міністерство охорони здоров'я Німеччини

УДК: 61:004.45

## АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БАЗИ ДАНИХ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ У МЕДИЧНІЙ ОСВІТІ

**А. В. Семенець***Тернопільський державний медичний університет імені І.Я.Горбачевського*

Метою даної роботи є проведення аналізу експлуатаційних характеристик розробленої БД ІСПЗМО використовуючи резервні копії файлів БД ІСПЗМО, збережені при проведенні пробних тестувань. Зокрема, оцінено вплив застосування BLOB-полів даних та RTF-тексту в якості їх вмісту на фрагментованість таблиць БД. Також проаналізовано вплив рівня фрагментованості таблиць на швидкодію БД шляхом вимірювання часу виконання найбільш важливих для роботи ІСПЗМО запитів.

**Ключові слова:** медична освіта, база даних, BLOB-поле, фрагментація таблиць, час виконання запиту.

## АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БАЗЫ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ В МЕДИЦИНСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

**А . В. Семенец***Тернопольский государственный университет имени. И.Я.Горбачевского*

Целью данной работы является, используя резервные копии файлов БД ИСПЗМО, сохраненные при проведении пробного тестирования, проведение анализа эксплуатационных характеристик разработанной БД ИСПЗМО. Произведена оценка влияния BLOB-полей данных и RTF-текста в качестве их содержимого на фрагментированность таблиц БД. Также проанализировано влияние уровня фрагментации таблиц на быстродействие БД путём измерения времени выполнения наиболее важных для работы ИСПЗМО запросов.

**Ключевые слова:** медицинское образование, база данных, BLOB-поле, фрагментация таблиц, время выполнения запроса.

## THE DATABASE PERFORMANCE BENCHMARK OF THE TEST KNOWLEDGE INFORMATION SYSTEM IN THE MEDICAL EDUCATION

**A. V. Semenets***Ternopil State Medical University by I.Ya. Horbachevsky*

The purpose of this work is the analysis of the database performance parameters of the test knowledge information system in the medical education. The BLOB-fields usage follow the database tables fragmentation. The ASKS and ASK\_ANSW tables average and real fragmentation levels are presented. The impact of the tables fragmentation level to the database performance was examined too. For this purpose the execution time was measured to the most important database query.

**Key words:** medical education, database, application development, BLOB-field, table fragmentation, query execution time.

**Вступ.** Сучасні інформаційно-аналітичні системи (ІАС), у тому числі і освітні, являють собою конкретні програмні додатки, кожен з яких працює з певним набором інформації – **базою даних** [1]. База даних (БД) – це єдине сховище даних, що одночасно визначається, а потім використовується одночасно багатьма користувачами – представниками різних підрозділів [2].

Як систему керування базою даних для технічної реалізації проекту інформаційної системи перевірки знань в медичній освіті (ІСПЗМО) в ТДМУ було обрано СУБД **Firebird** [3]. Основні причини такого вибору:

- Firebird – вільно розповсюджуване, безкоштовне програмне забезпечення, що доволі актуально для навчального закладу;

- дана СУБД використовується в АСУ “Контингент”, що призначена для автоматизації управлінської діяльності в медичному навчальному закладі;
- невеликі системні вимоги до комп’ютера-сервера бази даних при високій продуктивності й надійності [3];
- гарна підтримка в сучасних інструментальних системах.

В процесі розробки БД експериментального проєкту ІСПЗМО було здійснено:

- проаналізовано зовнішні представлення користувачів ІСПЗМО;
- визначено основні об’єкти інформаційної моделі БД;
- розроблено структуру бази завдань, як основи БД ІСПЗМО;
- визначення інформаційних атрибутів основних об’єктів бази даних і їхніх типів даних;
- нормалізацію для оптимізації структури бази даних [2];
- визначення додаткових об’єктів інформаційної моделі за результатами нормалізації, їхніх атрибутів і типів даних;
- уточнення зв’язків між основними й додатковими об’єктами;

Загальний вид отриманого в результаті зазначених операцій внутрішнього представлення бази даних ІСПЗМО показаний в роботі [4].

### 1. Аналіз фрагментованості таблиць БД ІСПЗМО

БД ІСПЗМО вказаної структури [4] проходить дослідну експлуатацію від початку 2007/2008 навчального року. З кожним новим навчальним роком в експерименті в ТДМУ система семестрового тестового іспиту поширювалася на студентів наступного курсу. Станом на 2010/2011 н.р. семестровий тестовий іспит складають студенти всіх курсів.

**Таблиця 1.** Загальна інформація про окремі файли резервних копій БД ІСПЗМО

№	Дата створення резервної копії БД	Розмір файлу БД
1	28/02/2008	401 Мб
2	17/05/2008	624 Мб
3	29/04/2009	828 Мб
4	21/05/2009	1,48 Гб
5	29/10/2009	1,49 Гб

В якості тестового стенду використовувався домашній ПК автора роботи, що має наступну конфігурацію:

- Процесор - AMD Athlon XP, 1733 MHz 2100+ (ядро Thoroughbred-B);
- Материнська плата - ECS K7S6A;
- ОЗП – 1 Gb PC3200 DDR SDRAM
- Жорсткий диск – 320 Gb WDC WD3200AAKS-00VYA

Отже, розмір БД зростає через збільшення кількості предметів, з яких проводиться тестування. Слід також зазначити, що дана БД призначена для зберігання, насамперед, тестових питань, що містять мультимедійну інформацію. Тому, як текст питання, так і текст відповіді зберігаються в полях з типом даних BLOB [5]. Виникає необхідність в проведенні аналізу експлуатаційних характеристик БД, таких, як швидкодія, фрагментованість.

Особливість СУБД Firebird полягає в тому, дані в фізичному файлі зберігаються на окремих сторінках (Data Pages), розмір яких задається при створенні БД в межах 1024-8192 байт (найчастіше використовуються сторінки розміром 1024 або 4096 байт). При цьому ядро сервера може зберігати BLOB-поля трьома способами: [5]

- Якщо вміст BLOB-поля менший розміру вільного місця на сторінці даних, то дані BLOB-поля будуть збережені на тій же сторінці даних, що й запис (або його версія).

- Якщо вміст BLOB-поля більший розміру вільного місця на сторінці даних, то створюється нова сторінка даних, куди поміщаються лише дані BLOB-поля.

- Якщо в попередньому випадку вміст BLOB-поля більший розміру сторінки даних, то створюється сторінка вказівок для зберігання посилань на всі сторінки даних цього BLOB-поля.

Спершу оцінимо, як впливає застосування BLOB-полів даних та RTF-тексту в якості їх вмісту на фрагментованість таблиць БД, оскільки даний параметр має значний вплив на швидкодію виконання запитів до БД, а, отже, і ІАС в цілому. Для аналізу використано окремі резервні копії БД ІСПЗМО, зроблені в різні періоди дослідної експлуатації (табл. 1).

- Операційна система – Windows XP Professional SP2

Для оцінки фрагментованості таблиць БД застосуємо утиліту IBAlyst (автори Кузьменко Д. В. Ковязін А. Н.) [1]. Дана утиліта аналізує статистику сервера БД і формує загальний звіт по файлу БД в цілому та детальний звіт по таблицях та індексах. Автоматично формується і список проблем та рекомендації щодо можливості їх усунення. Через вели-

кий загальний обсяг далі подано лише найважливішу частину звітів утиліти IBAlyst, що включає інфор-

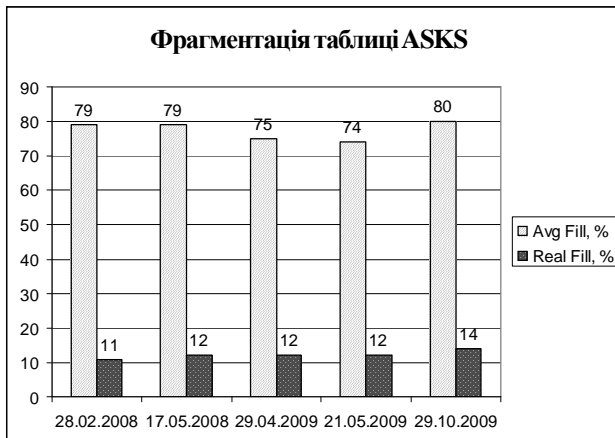


Рис. 1. Фрагментація таблиці ASKS БД ІСПЗМО.

Як видно з діаграм (див. рис. 1, 2), найбільш фрагментованими виявилися таблиці ASKS та ASK\_ANSW відповідних файлів БД, в яких зберігаються, відповідно, текст тестових питань та текст відповідей на них. На цьому етапі аналізу можна зробити наступні висновки:

- невисоке реальне заповнення сторінок даних свідчить, що дані BLOB-полів розміщуються безпосередньо на сторінках даних, а, отже, ступінь фрагментації таблиць ASKS та ASK\_ANSW є високим;
- вище реальне заповнення сторінок даних таблиці ASK\_ANSW вказує на те, що реальний розмір даних її BLOB-полів менший за розмір даних BLOB-полів таблиці ASKS;
- ступінь фрагментації таблиць ASKS та ASK\_ANSW БД із зростанням розміру файлу БД та числа записів змінюється мало;

## 2. Вплив фрагментованості таблиць на швидкість виконання запитів

У більшості БД високий ступінь фрагментації таблиць шкідливо впливає на швидкодію програмного додатку. Оцінка впливу фрагментації сторінок даних на швидкодію БД проводиться шляхом визначення часу виконання певного запиту [4]. Ця ж методика застосовується і для дослідження можливостей масштабування БД ІКС, зокрема, появи нелінійних ефектів в БД.

В першу чергу слід відмітити невеликі мінімальні системні вимоги СУРБД Firebird [3]:

- Процесор – Intel Pentium II або новіший;
- ОЗП – мінімально 16, рекомендовано 64 і більше;
- Операційна система Windows NT 4.0 SP5.

В ранніх версіях СУРБД Firebird підтримувалися лише 32-розрядні операційні системи Windows, Solaris

та Linux. Починаючи з версії 2.0 (2007 рік) введено повноцінну підтримку 64-розрядних версій Windows та Linux.

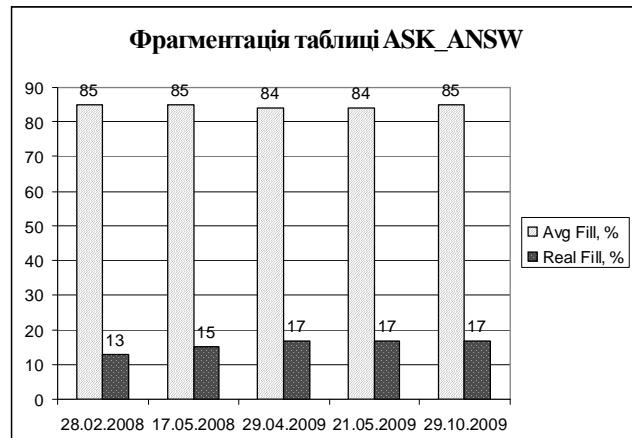


Рис. 2. Фрагментація таблиці ASK\_ANSW БД ІСПЗМО.

та Linux. Починаючи з версії 2.0 (2007 рік) введено повноцінну підтримку 64-розрядних версій Windows та Linux.

Вимоги до дискового простору повністю визначаються розміром файлу БД. Однак слід враховувати обмеження, що накладаються різними версіями операційних систем та різними файловими системами, наприклад, при використанні файлової системи FAT32 розмір файлу не повинен перевищувати 4 Gb. Всі версії СУРБД Firebird підтримують розбиття БД на окремі файли. Станом на кінець 2009 р. (версія СУРБД Firebird 2.1.3) теоретична межа розміру одного файлу БД становить 64 Tb (терабайти), при використанні багатобайтового режиму - 131 Tb.

Слід відмітити, що практично було проведено експеримент по створенню і тестуванню роботоздатності БД розміром 1 Tb (1 терабайт) з використанням СУРБД Firebird. В якості сервера БД використовувався звичайний офісний комп'ютер. З деталями даного експерименту можна ознайомитися в [1]. В результаті авторами роботи підтверджено відмінну масштабованість СУРБД при мінімальних затратах. Експеримент підтвердив можливість застосування навіть типового офісного ПК в якості сервера БД і його роботоздатність при великому розмірі файлу БД.

В офіційній документації до СУРБД Firebird [3] немає вказаних обмежень на кількість користувачів, що можуть обслуговуватися одним сервером. Отже, ця кількість може бути обмежена лише апаратною та програмною конфігураціями комп'ютера-сервера СУРБД.

Порівняємо час виконання деяких типів запитів, що застосовуються в ІСПЗМО. Текст запитів та їх призначення вказані в таблиці 2.

**Таблиця 2.** Призначення окремих запитів в ІСПЗМО

№	Текст запиту	Призначення запиту в ІСПЗМО
1	select * from asks	Вибирає всі записи з таблиці включно з вмістом BLOB-полів.
2	select * from asks where contentmod_id =56	Вибирає записи з таблиці включно з вмістом BLOB-полів для окремого змістового модуля.
3	select id_ask, contentmod_id, points, clinical_sign, frequent, ask_time, asktype_id, answcount, datechange, archive, ki, di, from asks where contentmod_id =56	Вибирає записи з таблиці для окремого змістового модуля без вмісту BLOB-полів.
4	select d_modules.cnt_module_theme, d_modules.cnt_semestr, d_contentmodules.id_contentmod, d_contentmodules.contmod_theme, disciplines.chair_id, disciplines.cnt_discipline_name, disciplines.faculty_id, disciplines.speciality_id, d_modules.cnt_edu_year_id, d_modules.cnt_module_num, count(asks.id_ask) count_of_id_ask from asks inner join d_contentmodules on (asks.contentmod_id = d_contentmodules.id_contentmod) inner join d_modules on (d_contentmodules.module_id = d_modules.id_module) inner join disciplines on (d_modules.discipline_id = disciplines.id_discipline) group by d_modules.cnt_module_theme, d_modules.cnt_semestr, d_contentmodules.id_contentmod, d_contentmodules.contmod_theme, disciplines.chair_id, disciplines.cnt_discipline_name, disciplines.faculty_id, disciplines.speciality_id, d_modules.cnt_edu_year_id, d_modules.cnt_module_num	Використовується для підрахунку кількості питань по кожному змістовому модулю з усіх навчальних дисциплін для всіх кафедр. Практично запит застосовується при формуванні структури тесту та при формуванні управлінської звітності.

Проаналізуємо час виконання вищевказаних запитів до всіх наявних файлів резервних копій БД (табл. 3).

Для моніторингу за виконанням запитів застосовано програму IBExpert [1]. При проведенні тестування

**Таблиця 3.** Інформація про файли резервних копій БД ІСПЗМО

Дата створення резервної копії файлу БД	Розмір файлу БД, Мб	Кількість змістових модулів (таблиця D_CONTENTMODULES)	Кількість питань (таблиця ASKS)
16.10.2007	256	193	69215
28.02.2008	401	264	94678
17.05.2008	624	424	153573
21.11.2008	754	540	210017
13.01.2009	726	601	204253
04.03.2009	726	602	204395
03.04.2009	731	604	206448
29.04.2009	828	665	248461
21.05.2009	1521	765	283518
30.05.2009	1539	798	293806
23.10.2009	1551	832	304093
29.10.2009	1526	840	306620
12.11.2009	1538	894	317361
24.11.2009	1553	969	328974
11.12.2009	1582	1065	356374



часу всі файли резервних копій БД були розміщені на ПК автора на одному логічному диску одночасно. На кожному етапі експерименту здійснювалося підключення лише до одного файлу резервної копії

БД. В кожному з файлів резервних копій БД кожен запит виконувався 4 рази, після чого розраховувалося середнє значення. Результати виконання запитів наведені в таблиці 4.

**Таблиця 4.** Середній час виконання запитів до файлів резервних копій БД

Дата створення резервної копії файлу БД	Середній час виконання запиту, с			
	1	2	3	4
16.10.2007	4,4445	0,097	0,062125	3,40425
28.02.2008	5,99225	0,10175	0,0665	4,6565
17.05.2008	8,84425	0,1015	0,06625	7,83975
21.11.2008	10,2185	0,0995	0,068625	9,1525
13.01.2009	11,59275	0,09775	0,07075	10,46475
04.03.2009	11,997	0,1015	0,0665	10,44525
03.04.2009	12,25375	0,10925	0,06275	10,473
29.04.2009	15,28525	0,1015	0,0665	12,844
21.05.2009	17,44175	0,10125	0,06625	14,11875
30.05.2009	20,371	0,0975	0,07825	15,04
23.10.2009	39,47675	0,10575	0,074	16,75025
29.10.2009	17,841	0,09375	0,06275	15,39475
12.11.2009	25,22725	0,10975	0,08175	15,9415
24.11.2009	19,418	0,10125	0,0705	16,301
11.12.2009	19,67975	0,09775	0,062	18,49575

Розглянемо час виконання запитів більш детально. Запит № 1 (рядок 1 в таблиці 2) вибирає всі записи з таблиці включно з вмістом BLOB-полів. Хоча час виконання цього запиту великий – (до 55 секунд в окремих випадках), це не впливає на загальну швидкість БД ІСПЗМО, оскільки практично такий запит ніколи не виконується (таблиця 4).

Запит № 2 (рядок 2 в таблиці 2) вибирає записи з таблиці включно з вмістом BLOB-полів для окремого змістового модуля. При експлуатації ІСПЗМО такий запит виконується при редагуванні тестових питань викладачами (переходи між змістовими модулями навчальної дисципліни). Час виконання запиту менший 0,2 с достатній для забезпечення комфортної роботи користувача (табл. 4).

Запит № 3 (рядок 3 в таблиці 2) вибирає записи з таблиці для окремого змістового модуля без вмісту BLOB-полів. При експлуатації ІСПЗМО такий запит виконується при автоматизованому формуванні тест-білетів. Кожного семестру закінчується вивчення 10-12 модулів з різних дисциплін, при цьому кожен з них включає 2-4 змістових модулів. Таким чином, в процесі формування тест-білету запити, аналогічні запиту № 3 будуть виконуватися 20-50 разів. Враховуючи середній час виконання одного запиту, для вибірки даних для кожного варіанта тест-білету може знадобитися від 2,2 до 7,05 секунд (табл. 4).

Запит № 4 (рядок 4 в таблиці 2) використовується для підрахунку кількості питань по кожному змісто-

вому модулю з усіх навчальних дисциплін для всіх кафедр. Практично запит застосовується при формуванні структури тесту та при формуванні управлінської звітності (табл. 4).

В процесі розробки тест-білетів найбільш важливим є виконання запиту № 4. Представимо отримані дані в вигляді графіка (рис. 3). Очевидно, що на даному етапі експлуатації БД ІСПЗМО між кількістю змістових модулів та часом виконання запиту, що підраховує в них кількість тестових питань, спостерігається залежність, близька до лінійної, що підтверджується коефіцієнтом апроксимації лінійного тренду (рис. 3). Ознаки появи нелінійних ефектів відсутні.

Наявні незначні відхилення реального часу виконання запиту від ідеального лінійного тренду (рис. 3) зумовлені цілим рядом факторів, зокрема:

1. Інтервалом часу, що минув від останнього “збирання сміття” до моменту створення окремого файлу резервної копії.

2. Інтенсивністю виконання запитів на вставку чи оновлення записів, яка також впливає на дочасний запуск процедури “збирання сміття” в СУРБД Firebird.

3. Наявністю або відсутністю інших операцій резервного копіювання та наступного відновлення файлу БД з заміною оригінального файлу, що передували останній операції резервного копіювання.

4. Особливостями налаштування ПК автора роботи, ОС якого оптимізована для виконання активних

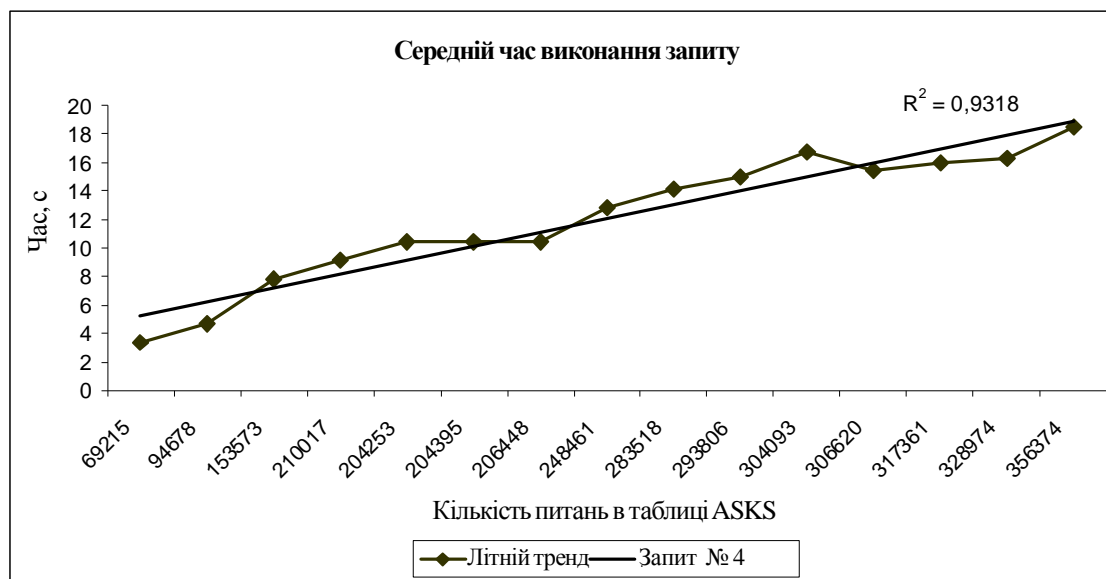


Рис. 3. Швидкодія виконання запиту № 4 до файлів резервних копій БД ІСПЗМО.

программ, а не системних сервісів (яким являється СУРБД Firebird).

Примітки:

1. Особливості роботи вбудованого механізму “збирання сміття” СУРБД Firebird описані в роботі [1].

2. При виконанні резервного копіювання файлу БД також виконується операція очистки БД від “сміття” та неактуальних версій записів, тому наступне відновлення приводить до зменшення розміру файлу БД та підвищення його швидкодії [2].

3. СУРБД Firebird застосовує стиснення даних BLOB-полів на основі алгоритму ZIP, тому послідовність операцій “резервне копіювання – віднов-

лення” зазвичай додатково зменшує розмір файлу БД та підвищує його швидкодію.

**Висновки.** Використовуючи резервні копії файлів БД ІСПЗМО, збережені при проведенні пробних тестувань, проведено аналіз експлуатаційних характеристик розробленої БД ІСПЗМО. Зокрема, оцінено вплив застосування BLOB-полів даних та RTF-тексту в якості їх вмісту на фрагментованість таблиць БД. Також проаналізовано вплив рівня фрагментованості таблиць на швидкодію БД шляхом вимірювання часу виконання найбільш важливих запитів. Отримані результати показали, що попри високий ступінь фрагментації головних таблиць БД, швидкодія БД в цілому є достатньою для ефективної роботи ІСПЗМО.

#### Література

1. Урнов В. Базы данных – основа всего / В. Урнов // ИКТ в образовании. – 2007. – № 4. – С. 5–6.
2. Коннолли Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / Т. Коннолли, Б. Карелии; [пер. с англ.]. – М. : Издательский дом “Вильямс”, 2003. – 1440 с.
3. Firebird – The RDBMS that’s going where you’re going. [Електронний ресурс] / Режим доступу до сайту : <http://www.firebirdsql.org/>.
4. Марценюк В.П. О структуре базы данных информационной системы проверки знаний в медицинском образовании / В. П. Марценюк, А. В. Семенец // Искусственный интеллект. – 2009. – № 1. – С. 267-278
5. Кузьменко Д.В. Фрагментация (или разрежение) таблиц блоками / Д.В. Кузьменко [Електронний ресурс] / 2006. – Режим доступу до документу : <http://ibase.ru/devinfo/tablefrag.htm>

6. IBaseAnalyst. [Електронний ресурс] / Режим доступу до сайту : [http://www.ibase.ru/download/ibaseanalyst\\_r.zip](http://www.ibase.ru/download/ibaseanalyst_r.zip)
7. База размером 1 терабайт на Firebird. [Електронний ресурс] / 2009. – Режим доступу до документу : <http://www.ibase.ru/devinfo/fb1tb.htm>
8. IBaseExpert Developer Studio [Електронний ресурс] / Режим доступу до сайту : <http://ibaseexpert.net/ibase/index.php?n=Main.IBaseExpert>
9. Харрисон А. Состояния транзакций, сборка мусора, интересные случаи и активные транзакции, sweeper, и примеры / А. Харрисон; [пер. з англ. Д. В. Кузьменко]. – 1997. – [Електронний ресурс] / Режим доступу до документу : <http://www.ibase.ru/devinfo/oitoat.htm>
10. Кузьменко Д. В. Утилита GBAK, Firebird и InterBase / Д. В. Кузьменко [Електронний ресурс] / 2009. – Режим доступу до документу : <http://ibase.ru/devinfo/gbak.htm>

## ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ АВТОРІВ ЖУРНАЛУ «МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА ТА ІНЖЕНЕРІЯ»

Програмними цілями науково-практичного журналу «Медична інформатика та інженерія» є інформування працівників галузі охорони здоров'я України, науковців, викладачів медичних вищих навчальних закладів, співробітників науково-дослідних інститутів медичного і біологічного профілю та громадськості про результати фундаментальних і прикладних досліджень з медичної інформатики та інженерії, про сучасні тенденції й процеси інформатизації, що відбуваються в медичній галузі.

Журнал «Медична інформатика та інженерія» приймає до публікації статті, короткі повідомлення, листи до Редакції, що містять оригінальні матеріали досліджень із наступних тем:

1. Інформатизація системи охорони здоров'я.
2. Медичні інформаційні, експертні та інтелектуальні системи.
3. Інформаційні технології системних досліджень в медицині та біології.
4. Проблеми управління в медичних та біологічних системах.
5. Госпітальні інформаційні системи.
6. Оптимізація управління процесами профілактики, діагностики, лікування та реабілітації хворих.
7. Телемедичні технології.
8. Математичне моделювання в медицині, фармакології та біології.
9. Доказова медицина.
10. Медична інженерія та електроніка.
11. Інформаційні технології отримання, збереження, передачі та аналізу медичної та біологічної інформації.
12. Отримання та аналіз медичних та біологічних зображень і сигналів.
13. Комп'ютерна діагностика захворювань і комп'ютерне прогнозування перебігу та наслідків патологічного процесу.
14. Розробка та використання біометричних методів.
15. Структуризація знань, бази знань, організація пошуку та обробки знань, розповсюдження знань.
16. Сучасні інформаційні технології в медичній та біологічній освіті. Засоби самоосвіти.
17. Теорія та практика дистанційної освіти.
18. Проблеми побудови «суспільства знань».
19. Інформатика, суспільство та національна безпека.
20. Тенденції розвитку медичної та біологічної інформатики та інженерії.

За рішенням редакційної колегії до друку також можуть прийматися огляди з актуальних питань медичної інформатики та інженерії, описи перспективних наукових досліджень, рецензії, довідкові та інформаційні матеріали, навчально-методичні матеріали, оголошення щодо наукових заходів і повідомлення рекламного змісту.

Рішення щодо публікації приймається редакційною колегією на підставі результатів рецензування статей. Редакція не бере на себе зобов'язань щодо роз'яснення причин відмови від публікації статті. Надіслані до редакції матеріали авторам не повертаються. Рукописи мають представляти матеріали, що не були опубліковані раніше та не були подані до інших видань.

**Вимоги щодо підготовки рукопису**

Рукописи повинні надсилатися в двох примірниках українською, російською чи англійською мовою і супроводжуватися файлами тексту (\*.rtf або \*.doc) та малюнків (\*.jpg або \*.tif) на дискеті чи диску. Електронна та паперова версії статті мають бути ідентичними. Електронна копія може бути надіслана також електронною поштою.

Обсяг оригінальної статті, включаючи таблиці, рисунки, список літератури, резюме, не повинен перевищувати 8 сторінок, обсяг проблемної статті, огляду літератури, лекції - 12 сторінок, короткого повідомлення, рецензії тощо – до 5 сторінок.

До рукопису необхідно додати: (а) супровідний лист від керівника закладу (підрозділу), в якому виконувалася робота з рекомендацією до друку та (б) експертний висновок, завірений печаткою, щодо можливості відкритої публікації матеріалів дослідження. За відсутності експертного висновку всю відповідальність за подану інформацію несуть автори. Вартість видавничих послуг відшкодовують автори. Всі автори мають поставити підписи на першій сторінці статті.

Статті, що містять оригінальні матеріали досліджень, мають бути структуровані відповідно до вимог п. 3 Постанови Президії ВАК України № 7-05/1 від 15.01.2003 р., оформлені з врахуванням рекомендацій ВАК України щодо публікації матеріалів дисертацій та з дотриманням основних вимог ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».

Усі одиниці фізичних величин слід наводити відповідно до Міжнародної системи одиниць (СИ) згідно з вимогами групи стандартів ДСТУ 3651-97 «Одиниці фізичних величин»; у разі обґрунтованого використання несистемних одиниць вимірювання слід представити приклад їх переведення в систему СИ. Медична термінологія має відповідати Міжнародній класифікації хвороб (МКХ-10). Назви фірм, приладів, реактивів і препаратів необхідно наводити в оригінальній транскрипції.

**Титульний аркуш:**

УДК- у верхньому лівому куті.

Назва статті (по центру, півжирним шрифтом, кегль - 16). У назві статті не допускається використання скорочень.

Прізвище та ініціали автора(-ів) (по центру).

Повна назва установи.

**Анотація:** до 200 слів.

**Ключові слова:** до вісьмох слів.

**Основна частина статті містить наступні розділи:** вступ (постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями, аналіз останніх опублікованих досліджень, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, виділення невирішеної частини загальної проблеми, якій присвячена означена робота).

Мета дослідження. Матеріал і методи дослідження (викладення об'єкта дослідження і методик, опис яких повинен бути достатнім для розуміння їх доцільності і можливості відтворення. У випадку проведення експериментальних досліджень з тваринами слід вказувати вид, стать, кількість тварин, методи анестезії при маніпуляціях, пов'язаних із завданням тваринам болю, метод евтаназії. обов'язковим є зазначення методик статистичного аналізу з обґрунтуванням вибору критеріїв достовірності оцінок). Результати й обговорення (викладається основний фактичний матеріал, проводиться повне обґрунтування отриманих наукових результатів, висловлення власного судження щодо одержаних результатів, його порівняння з тлумаченням подібних даних, наведених іншими авторами). Висновки. Перспективи подальших досліджень (подається бачення автора перспективності подальших шляхів до розв'язання проблеми, висвітленої у роботі). Література (друкується в порядку згадування джерел у тексті, у квадратних дужках).

**Весь текст** повинен бути надрукований через 1,5 інтервала, шрифт Times New Roman, кегль – 14, з одного боку листа на білому папері формату А4 (1800-2000 друкованих знаків на сторінці). Поля: зліва – 3 см, справа – 1,5 см, зверху та знизу – 2,5 см. Текст набирати в одну колонку. Прийнятні формати текстового файлу: MS Word (rtf, doc).

**Підзаголовки** повинні бути надруковані прописними літерами, півжирним шрифтом.

**Рівняння** необхідно друкувати у редакторі формул MS Equation Editor, що входить до складу текстового редактора MS Word.

**Список літератури** повинен формуватися послідовно, в порядку появи посилання в тексті статті. Для оформлення посилань на книги та журнали використовувати відповідні формати, наприклад:

1. Автоматы и разумное поведение / [Амосов Н.М., Касапкин А.М., Касапкина Л.М., Талаев С.А.] – К.: Наукова думка, 1973. – 374 с.

2. Вороненко Ю.В. Технології дистанційного навчання у практичній медицині / Ю.В. Вороненко, О.П. Мінцер // Журнал сучасного лікаря. Мистецтво лікування. – 2005. – № 7. – С. 8–11.

**Рисунки** - шириною до 8 см або до 16 см кожен подаються на окремому аркуші. На зворотній стороні вказати номер рисунка, прізвище першого автора, підпис до рисунка (скорочено) та відмітки “Верх”, “Низ”. Усі рисунки повинні бути пронумеровані в порядку їх появи в тексті. Товщина осі на графіках повинна складати 0,5 pt, товщина кривої - 1,0 pt. Одиниці виміру на осях графіків повинні бути позначені після коми (не в круглих дужках). Рисунки повинні бути якісні, розміри підписів до осей та шкали - 10 pt при вказаних вище розмірах рисунка. Прийнятні графічні формати для рисунків: TIF, JPEG. Рисунки, створені за допомогою програмного забезпечення для математичних і статистичних обчислень, повинні бути перетворені до одного з цих форматів.

**Ілюстрації** приймаються до друку тільки високоякісні. Підписи і символи повинні бути вдруковані. При скануванні слід забезпечити роздільну здатність зображення 300 dpi. Пріоритетним є надсилання оригіналів ілюстрацій. Невеликі за об'ємом ілюстрації можна розміщувати по ходу тексту статті.

**Фотографії** повинні надаватися у вигляді оригінальних контрастних відбитків. У підписах до мікрофотографій вказувати збільшення і метод фарбування матеріалу. Не приймаються до друку негативи, слайди.

**Таблиці** повинні бути представлені на окремих аркушах. Таблиці повинні мати короткі заголовки і власну нумерацію. Відтворення одного і того ж матеріалу у вигляді таблиць і рисунків не допускається.

**Діаграми, графіки** бажано створювати у Microsoft Excel.

**Підписи до рисунків і таблиць** повинні бути надруковані в рукописі після списку літератури на окремому аркуші.

**Розширена анотація до статті** - подається двома мовами (наприклад, якщо основний текст статті написаний українською мовою, то дві розширені анотації подаються російською та англійською); обсяг – 1 сторінка; містить: (а) назву статті, (б) прізвища та ініціали авторів, (в) електронні адреси авторів, (г) повна назва установи, (д) реферат статті до 400 слів, (е) ключові слова.

**Інформація про авторів** - подається на окремому аркуші і містить наступні відомості про кожного: прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання, місце роботи, посада, службова адреса, телефон, факс і електронна пошта. Прізвище автора, з яким слід вести листування, має бути підкреслено.

Статті, оформлені без дотримання вищенаведених вимог, не реєструються. У першу чергу друкуються статті передплатників журналу, а також матеріали, що замовлені редакцією. Редакція залишає за собою право виправляти термінологічні та стилістичні помилки; за погодженням з авторами усувати зайві ілюстрації та скорочувати текст.

**Рукописи направляти за адресою:**

04112, м. Київ, вул. Дорогожицька, 9,

Національна медична академія післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика,

Редакція журналу «Медична інформатика та інженерія»

Електронна пошта: [miejournal@nmapo.edu.ua](mailto:miejournal@nmapo.edu.ua)

Публікація статей платна. Вартість – 27.50 грн. за 2000 знаків (1 сторінка). Оплата здійснюється після отримання повідомлення про позитивне рішення щодо публікації статті.

**Оплату за статті переказувати на розрахунковий рахунок одержувача:**

ДВНЗ “Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського”

ЄДРПОУ 02010830

р/р 31252273210444 в ГУДКУ в Тернопільській обл.,

МФО 838012

В призначенні платежу вказувати: «За друкування статті».

**Квитанцію про оплату надсилати на адресу:**

Видавництво „Укрмедкнига”,

46001, м. Тернопіль, майдан Волі, 1

тел.: (+380352) 43-49-56, факс (+380352) 52-80-09

e-mail: [publishhouse@tdmu.edu.te.ua](mailto:publishhouse@tdmu.edu.te.ua)