

# **МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА ТА ІНЖЕНЕРІЯ**

(науково-практичний журнал)

# **МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА И ИНЖЕНЕРИЯ**

(научно-практический журнал)

# **MEDICAL INFORMATICS AND ENGINEERING**

(scientific-practical journal)

**4/2009**

**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 (медичні науки).  
Постанова Президії ВАКУ від 27.05.2009  
№1-05/2; Бюлетень ВАКУ №8, 2009, С.12.**

**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 25.11.2009) та Вченою радою  
Тернопільського державного медичного університету  
імені І.Я. Горбачевського (протокол № 8 від 24.11.2009).  
Журнал видається за сприяння Національного технічного  
університету України “Київський політехнічний інститут”

Підписано до друку 28.12.2009. Формат 60x84/8.  
Папір офсет. Ум. друк. арк. 12,09. Обл.-вид. арк. 11,87.  
Тираж 600 прим. Зам. № 306.  
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**

<i>О.А. Рижов, Ю.Б. Чайковський, Н.А. Іванькова</i> <b>МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМ У ВИЩИХ МЕДИЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ В УМОВАХ КРЕДИТНО-МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ</b>	<i>A.A. Ryzhov, Yu.B. Chaikovsky, N.A. Ivan'kova</i> <b>METHODOLOGICAL ASPECTS OF AUTOMATIC TRAINING SYSTEM USE IN EDUCATIONAL PROCESS OF HIGHER MEDICAL EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS IN CREDIT-MODULE SYSTEM</b>
<i>В.П. Марценюк, О.О. Стаханська</i> <b>СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ВПРОВА- ДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКІСНОЇ ПІДГОТОВКИ ЛІКАРІВ</b>	<i>V.P. Martsenyuk, O.O. Stakhanska</i> <b>SYSTEM ANALYSIS OF IMPLEMENTATION OF INNOVATION TECHNOLOGIES ENABLING QUALI- TATIVE TRAINING OF PHYSICIANS</b>
<i>Л.І. Усенко, Г. Тахере</i> <b>ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ. ДЕЯКІ НЕТРАДИЦІЙНІ ПІДХОДИ</b>	<i>L.I. Usenko, G. Tahere</i> <b>INFORMATIVE DESIGN OF PROCESSES OF PROVIDING OF QUALITY OF MEDICARE. SOME UNTRADITIONAL APPROACHES</b>
<i>В.В. Кальниш, А.В. Швець, А.Л. Буцик</i> <b>ПІДХОДИ ДО КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЕМОЦІЙНИХ СТАНІВ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ОПЕРАТОРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ</b>	<i>V. Kalnysh, A. Shvets, A. Butsyk</i> <b>THE APPROACHES OF EMOTIONAL COMPUTER MODELING AT THE REALIZATION OF OPERATOR ACTIVITY</b>
<i>С. М. Злепко, В. В. Сергєєва, Л. Г. Коваль, О. Ю. Азархов</i> <b>ТИПОЛОГІЯ ЗАХИСНИХ МЕХАНІЗМІВ ПСИХІЧНОЇ АДАПТАЦІЇ ТА СХИЛЬНІСТЬ ДО ПСИХІЧНИХ РОЗЛАДІВ</b>	<i>S. M. Zlepko, V.V. Sergeeva, L.G. Koval, O.Yu. Azarkhov</i> <b>TYOPOLOGY OF PROTECTIVE MECHANISMS OF PSYCHICAL ADAPTATION AND PROPENSITY TO PSYCHICAL DISORDERS</b>
<i>О.В. Гойко</i> <b>СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ Й АНАЛІЗУ МЕДИЧНИХ ДАНИХ</b>	<i>Gojko O.V.</i> <b>MODERN TECHNOLOGIES PROCESSING AND ANALYSIS OF MEDICAL DATA</b>
<i>В.В. Краснов</i> <b>ПРИНЦИПИ ЦІЛЕУТВОРЕННЯ ПРИ ПОБУДОВІ МОДЕЛІ МЕДИЧНИХ ДІЙ</b>	<i>V.V. Krasnov</i> <b>PRINCIPLES OF THE PURPOSE DETERMINATION AT CONSTRUCTION OF MEDICAL ACTIONS MODEL</b>
<i>В.Л. Шевченко, А.В. Шевченко</i> <b>ГРУБІ МОДЕЛІ РОЗВИТКУ В МЕДИЦИНІ</b>	<i>V.L. Shevchenko, A.V. Shevchenko</i> <b>ROUGH GROWTH MODELS FOR MEDICINE</b>
<i>С.І. Мохначов</i> <b>ІНФОРМАЦІЙНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b>	<i>S.I. Mokhnachov</i> <b>INFORMATION ASPECTS OF CREATION SYSTEM OF MONITORING THE CONDITION ENVIRONMENT</b>
<i>Г.Л. Апанасенко</i> <b>ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗДОРОВЬЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА УПРАВЛЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ</b>	<i>H.L. Apanasenko</i> <b>INDIVIDUAL HEALTH: THEORY AND PRACTICE OF CONTROL, INFORMATION ISSUES</b>
<i>В.П. Марценюк, Н.В. Цяпа</i> <b>SIR-МОДЕЛЮВАННЯ ЕПІДЕМІЇ ГОСТРИХ РЕСПІРАТОРНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ</b>	<i>V.P. Martsenyuk, N.V. Tsyapa</i> <b>SIR-MODELING OF EPIDEMY OF ACUTE RESPIRATORY DISEASES</b>
<i>Л.М. Пономаренко, Л.Л. Давтян, Л.Ю. Бабінцева</i> <b>ІНФОРМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ АНАЛІЗУ ФАРМА- ЦЕВТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	<i>L.N. Ponomarenko, L.L. Davtyan, L.Yu. Babintseva</i> <b>INFORMATIZATION OF PROCESSES OF ANALYSIS OF PHARMACEUTICAL RESEARCHES</b>

*Я.В. Шкоба, Р.А. Абизов, С.С. Самойленко*

**ДИСТАНЦІЙНЕ НАВЧАННЯ В ОТОРИНО-ЛАРИНГОЛОГІЇ**

*Y. Shkoba, R. Abizov, S. Samoilenko*

**DISTANCE EDUCATION AT ENT.**

*О.А. Рижов, В.В. Васілакін*

**СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ ПЕДАГОГІЧНОЇ СИСТЕМИ КАФЕДРИ МЕДИЧНОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ АВТОМАТИЗОВАНОЇ НАВЧАЛЬНОЇ СИСТЕМИ**

*O.A. Ryzhov, V.V. Vasilakin*

**STRUCTURAL AND FUNCTIONAL MODEL OF THE PEDAGOGICAL SYSTEM USING THE ATOMIZED EDUCATIONAL SYSTEM AT DEPARTMENTS OF MEDICAL EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS**

*С.М. Зленко, П.Г. Прудіус, В.В. Сергеева, С.В. Тимчик*

**МЕТОД ПЕРЕДАЧІ МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА ЇЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ В БАЗІ ДАНИХ**

*S.M. Zlepko, P.G. Prudius, V.V. Sergeeva, S.V. Tymchuk*

**METHOD OF MEDICAL INFORMATION TRANSFER AND ITS SAVING IN DATABASE**

*С.О. Волошин*

**АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ СТВОРЕННЯ МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ (ПРОДОВЖЕННЯ, ПОЧАТОК У ПОПЕРЕДНЬОМУ НОМЕРІ)**

*S.A. Voloshyn*

**THE ANALYSIS OF TECHNOLOGIES OF CREATION OF MEDICAL INFORMATION SYSTEMS**

*Д.В. Вакуленко, І.І. Сугоняк*

**ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ СТАНУ ПАЦІЄНТА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПІДХОДІВ ТРАДИЦІЙНОЇ КИТАЙСЬКОЇ МЕДИЦИНИ (КОНЦЕПЦІЯ „У-СІН”)**

*D.V. Vakulenko, Suhunyak I.I.*

**EXPERT SYSTEM DIAGNOSIS OF THE PATIENT USING THE APPROACHES OF TRADITIONAL CHINESE MEDICINE (THE CONCEPT OF “U-SIN)**

УДК 378.146/.147:378.661:004.382.001.76:005

## МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМ У ВИЩИХ МЕДИЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ В УМОВАХ КРЕДИТНО-МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ

О.А. Рижов<sup>1</sup>, Ю.Б. Чайковський<sup>2</sup>, Н.А. Іванькова<sup>1</sup>

*Запорізький державний медичний університет<sup>1</sup>  
Національний медичний університет імені О.О.Богомольця<sup>2</sup>*

У статті обґрунтовані методологічні підходи щодо впровадження автоматизованих навчальних систем (АНС) в освітній процес вищих медичних навчальних закладів за умов кредитно-модульної системи. Розглянуто методичні особливості впровадження АНС RATOS на базі п'ятирічного досвіду її застосування у Запорізькому державному медичному університеті та Національному медичному університеті імені О.О. Богомольця. З'ясовано та уточнено особливості і функції АНС в нових умовах, розкрито етапи її впровадження.

**Ключові слова:** автоматизована навчальна система, кредитно-модульна система навчання, вищий медичний навчальний заклад.

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВЫСШИХ МЕДИЦИНСКИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КРЕДИТНО-МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

А.А. Рижов<sup>1</sup>, Ю.Б. Чайковский<sup>2</sup>, Н.А. Іванькова<sup>1</sup>

*Запорожский государственный медицинский университет<sup>1</sup>  
Национальный медицинский университет имени А.А. Богомольца<sup>2</sup>*

В статье обоснованы методологические подходы внедрения автоматизированных обучающих систем (АОС) в образовательный процесс высших медицинских заведений в условиях кредитно-модульной системы. Рассмотрены методические особенности внедрения АОС RATOS® на основе пятилетнего опыта ее использования в Запорожском государственном медицинском университете и Национальном медицинском университете им. А.А. Богомольца. Определены и уточнены особенности и функции АОС в новых условиях, показаны этапы её внедрения.

**Ключевые слова:** автоматизированная обучающая система, кредитно-модульная система обучения, высшее медицинское учебное заведение.

## METHODOLOGICAL ASPECTS OF AUTOMATIC TRAINING SYSTEM USE IN EDUCATIONAL PROCESS OF HIGHER MEDICAL EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS IN CREDIT-MODULE SYSTEM

A.A. Ryzhov<sup>1</sup>, Yu.B. Chaikovsky<sup>2</sup>, N.A. Ivan'kova<sup>1</sup>

*Zaporozhye State Medical University<sup>1</sup>  
National Medical University by A.A. Bogomolets<sup>2</sup>*

Methodological approaches to ATS adoption in educational process of higher medical educational establishments in credit-module system were grounded in the article. Methodological peculiarities of introduction of ATS RATOS on the basis of 5 year use experience in Zaporozhye State Medical University and in National Medical University named after A.A. Bogomolets are considered. Peculiarities and functions of ATS in new conditions are found out and specified, introduction stages are disclosed.

**Key words:** automatic training system, credit-module educational system, higher medical educational establishments.

**Вступ.** Одним із головних напрямів реформування університетської освіти в Україні сьогодні є модернізація її за європейським зразком з метою приведення вищої освіти до єдиних стандартів та критеріїв [1, 2].

© О.А. Рижов, Ю.Б. Чайковський, Н.А. Іванькова

Перехід нашої держави до демократичного суспільства та до ринкових відносин потребує істотних змін у свідомості людини. Оскільки саме освіта закладає професійні, психологічні, соціальні передумови розвитку нації, її реформування є першим кроком до формування людини нового мислення та розвитку суспільства знань [3, 4]. Україна приєдналася до Болонської декларації і розпочався процес впровадження принципів кредитно-модульного навчання.

*Мета статті* полягає в обґрунтуванні методологічних аспектів застосування автоматизованих навчальних систем (АНС) в навчанні студентів вищих медичних навчальних закладів за умов кредитно-модульної системи.

**Основна частина.** Принципами Болонської угоди є прийняття системи прозорих та порівняних ступенів, введення двоциклового навчання, кредитної системи типу ECTS, сприяння мобільності, забезпечення якості освіти, сприяння розвитку Європейської освіти [6, 7]. Особливості кредитно-модульної системи навчання полягають у наступному.

1. Центральне місце студента (student – center):
  - індивідуальний навчальний план;
  - значне збільшення обсягу самостійної роботи, яка контролюється;
  - об'єктивні методи оцінки успішності навчання;
  - прозора система оцінювання;
2. Структурований у кредитах навчальний план.
3. Кредитно-модульна організація навчального процесу.
4. Рейтингова система оцінювання за багатобальними шкалами.
5. Відсутність екзаменаційних сесій.
6. Практично-орієнтований іспит.
7. Ротація модулів клінічних дисциплін на старших курсах.
8. Перехід від пасивних до активних форм навчання.
9. Акцент на практичну підготовку на 4-5 курсах.
10. Зменшення обсягу лекцій до 5-7 %.

Перевагами застосування кредитно-модульної системи є мобільність студента та викладача, можливість навчатися та працювати за кордоном. Прихильники кредитно-модульної системи навчання [8] підкреслюють перевагу використання кредитних одиниць та модульного створення програм, що надає можливість студенту навчатися за індивідуальною траєкторією [6], розширення рамок інтелектуальної свободи всіх учасників навчального процесу. Але кредитно-модульна система навчання має і недоліки [9], а саме: фрагментарність знань випускників, некритичне сприйняття зарубіжного досвіду на шкоду

вітчизняним традиціям, вихолощення традиційних форм навчання (лекцій та семінарів), приниження ролі викладача у процесі навчання, перебільшена орієнтованість на практику.

Успішна реалізація кредитно-модульної системи забезпечується [2; 6]:

- виявленням та реалізацією нових науково-методичних та дидактичних підходів до планування й організації навчального процесу, до викладання, методичного забезпечення навчального процесу (доступ студентів до інформаційних ресурсів, зокрема через комп'ютерні мережі та Інтернет, до навчальних програм і планів, навчально-методичної літератури, зокрема в електронній формі тощо);
- поліпшенням медіа освітньої підготовки викладачів, які мають проектувати освітнє та навчальне середовище за допомогою інформаційних, комп'ютерних і педагогічних технологій;
- створенням сучасного діагностично-контролюючого інструментарію для оцінки діяльності студентів та викладачів вищої школи;
- розміщенням на сайтах університетів матеріалів з кожної дисципліни навчального плану та методичних матеріалів;
- створенням єдиного семантичного простору з уніфікованою термінологією, поняттєвим апаратом для спілкування з питань якості навчання;
- аналізом систем забезпечення гарантування й управління якістю освіти, вивченням практики моніторингу якості освіти;
- створенням модульних програм, у яких міні-модулі можна легко замінити, поновити, трансформувати, адаптувати;
- створенням величезної кількості спецкурсів, які дадуть студенту змогу робити власний вибір із набору кредитів;
- використанням в організації навчального процесу ВНЗ комунікативних методів і форм навчання, які є характерними для європейської зони освіти;
- обґрунтуванням підходів до декомпозиції навчальних дисциплін та технологій їх викладання в умовах кредитно-модульної системи;
- обґрунтуванням підходів до підвищення “гнучкості” процесу навчання і можливості адаптованого індивідуального “конструювання” навчального процесу;
- застосуванням АНС.

Аналіз особливостей АНС, її функцій, з одного боку, та завдань, які ставить перед навчальним процесом кредитно-модульна система – з іншого, дозволяє зробити припущення про доцільність, необхідність та своєчасність застосування АНС. З позицій дослідження,

АНС стає засобом реалізації вимог та принципів кредитно-модульної системи, які стосуються вищої освіти, а саме: забезпечення мобільності студентів, проведення і організація самостійної роботи студентів, постійний її моніторинг, забезпечення вільного доступу до інформаційних ресурсів, реалізація інтеграції дисциплін, застосування новітніх комп'ютерних технологій для навчання та спілкування студентів.

Особливості застосування АНС в умовах кредитно-модульного навчання у вищих медичних навчальних закладах, на нашу думку, впливають з мети застосування АНС в нових умовах, завдань та її функцій, вимог, організаційних форм навчання, використання методів, сутності відбору навчального матеріалу, ролі викладача. Тому розглянемо наведені категорії більш детально.

Метою застосування АНС у навчанні на сучасному етапі розвитку вищої медичної освіти, в умовах кредитно-модульного навчання, є підвищення якості навчання та, зокрема, самостійної роботи студентів за рахунок реалізації функцій доступності навчального матеріалу, підвищення якості керування навчальним процесом, індивідуалізації навчання, можливості розробки авторських курсів та їх тиражування, автоматизованого формування планів саморозвитку студента, а також забезпечення постійного контролю на всіх етапах навчання, постійного моніторингу навчальної діяльності, розвитку інформаційних умінь.

Завданнями застосування АНС в умовах кредитно-модульного навчання у вищому медичному навчальному закладі є:

1. Забезпечення оперативності навчання та контролю знань студентів, постійний зворотний зв'язок, індивідуалізація навчання.

2. Забезпечення проведення самостійної роботи, фіксування її результатів та моніторинг якості навчання.

3. Реалізація авторських методик викладання, індивідуальних стратегій навчання, відбір змісту навчального матеріалу, наповнення змістових модулів.

4. Стимулювання застосування АНС для формування загальнонавчальних, інтелектуальних та інформаційних умінь та навиків.

Функціями АНС як засобу навчання в умовах кредитно-модульної системи у вищих медичних навчальних закладах [10] є: навчальна, контролююча, тренувальна, самонавчання, самоконтроль, стимулююча, забезпечення зворотного зв'язку, розвивальна, інформаційна, виховна. Відмінними функціями АНС в нових умовах, які забезпечуються її структурою, є координаційні – зв'язуюча, довідкова, планувальна, структуроформуюча, консультативна. Наведені

функції визначають особливості застосування АНС в умовах кредитно-модульного навчання.

Розкриємо особливості реалізації функцій АНС в умовах кредитно-модульного навчання. Так, навчальна функція реалізується за допомогою розробленого викладачем або автоматично сформованого АНС сценарію навчання; контролююча – за допомогою різних видів контролю за розробленим викладачем або автоматично сформованим сценарієм контролю; розвивальна – за допомогою діалогу зі студентом; освітня – за допомогою вправ, які дозволяють формувати інформаційні навички студента; стимулювально-мотиваційна – за допомогою мультимедійних навчальних фрагментів, які демонструють процеси та явища, що вивчаються; діагностико-керувальна – за допомогою різних видів контролю, в результаті чого визначається відповідність отриманих і необхідних знань; координаційно-зв'язуюча – за допомогою зворотного зв'язку для координації дій викладача і студента; інформаційно-системна – за допомогою механізмів АНС, які надають інформацію щодо структури системи; довідково-змістовна та довідково-функціональна – за допомогою алгоритмів системи, які надають довідку про зміст навчального матеріалу у системі та функції, які вона виконує; планувальна – за допомогою алгоритмів формування індивідуального сценарію навчання на основі графа логічної структури навчального курсу; структуроформувальна – за допомогою алгоритмів, які дозволяють структурувати навчальний матеріал; модульно-планувальна – за допомогою алгоритмів, які в автоматичному режимі формують навчальні модулі; консультативна – за допомогою алгоритмів аналізу результатів навчальної діяльності студента.

*Відбір змісту навчального матеріалу для роботи з АНС.* Однією із фундаментальних основ забезпечення якості навчання, на наш погляд, є зміст і структура навчальної програми, обумовлені особливостями викладання у тому чи іншому вищому навчальному закладі, технології і напрямки розвитку – освітні парадигми. Кредитно-модульне навчання припускає деяку реорганізацію навчального матеріалу дисциплін, яка полягає у використанні тематично зв'язаних модулів і відповідних кредитів. У зв'язку з цим, актуальним є питання розробки технології добору змісту навчального матеріалу за модульним принципом. Одним з методів, що може бути використаний при доборі змісту, є декомпозиція.

*Формування модуля змісту навчального матеріалу.* Модульна побудова змісту навчального матеріалу має певні переваги: ефективність (навчальний про-

цес будується на базі діагностичних даних); гнучкість (дозволяє додавати нові модулі та нові компоненти модулів); відкритість (дозволяє не накладати обмеження на методику викладання); економічність (проявляється у можливості розширити галузь застосування модуля без спеціальної розробки); керованість (базується на врахуванні рівня підготовки студента та його ставлення до навчання) [11]. Організація навчального матеріалу передбачає [12, 13]: упорядкування і систематизацію інформації про об'єкти, явища, факти, поняття, операції; підготовку об'єктів для демонстрування моделей і операцій з ними; добір додаткової методичної інформації; добір і формулювання питань, завдань, проблемних ситуацій; вибір засобів керування увагою і пізнавальною діяльністю студентів.

Спираючись на досвід роботи в цьому напрямку ми розробили алгоритм декомпозиції навчального матеріалу [14], який може бути покладений в основу формування автоматизованого наповнення навчальної системи змістом. Він складається з трьох етапів.

Перший етап – визначення і формалізація загальної мети навчального курсу, що визначається державним стандартом освіти. Важливість цього етапу підкреслена в роботі [11]. З 2002 року державним стандартом медичної освіти є освітньо-кваліфікаційна характеристика (ОКХ) і освітньо-професійна програма (ОПП). На підставі цих документів визначаються мета і зміст підготовки лікарів-фахівців, розробляються навчальні плани і програми, визначаються критерії якості підготовки студентів на різних етапах навчання. Враховуючи те, що однією з головних вимог до постановки мети навчання є її діагностичність, при розробці автоматизованих програм навчання необхідно створити можливість контролю за досягненням мети, що неможливо без формалізації її на основі структури навчального матеріалу дисципліни. Тому переходимо до наступного етапу.

Другий етап – визначення змісту навчальної дисципліни на основі програми навчального курсу. У ряді робіт використовується термін «навчальний елемент» (НЕ). Під НЕ розуміють об'єкти, явища, поняття, методи діяльності, відібрані з відповідної науки і внесені в програму навчальної дисципліни для їхнього вивчення [15].

Третій етап – структуризація навчального матеріалу. Цей етап має три рівні. Рівень I концептуально відображений у роботі А. Башмакова [16]: тематичний і часовий. Тематична структура відображає склад і підпорядкованість основних компонентів змісту, дозволяючи формувати цілісне уявлення про курс. Її головний недолік полягає у відсутності методичних орієнтирів для студента і викладача, які регламенту-

ють порядок роботи з комп'ютерними підручниками (КП) і комп'ютерними навчальними системами (КНС) і дозволяють оцінювати виконання навчального графіка. Часова декомпозиція змісту КП та КНС поділяється на послідовність структурних одиниць, асоційованих з навчальними заняттями і заходами: лекціями, вправами, рубіжними контролями і т.п. Таким чином, результатом I рівня є побудова тематичних зв'язків і використовуваних організаційних форм.

Рівень II – структуризація на основі онтології або графа логічної структури (ГЛС) [17]. Результатом є відображення поняттєвої структури всієї навчальної дисципліни. Представлення значеннєвої структури навчальної інформації за допомогою онтології дозволяє компактно і наочно відобразити елементи знань конкретної навчальної дисципліни. Після виконання цього етапу приступали до розробки тематично зв'язаних модулів, що відображають теми й основні досліджувані в них поняття.

Рівень III, який відображає авторський підхід до питання про структуризацію навчального матеріалу при використанні його в АНС – застосування методів системного аналізу до основних об'єктів конкретної навчальної дисципліни [17]. Це дозволяє розглядати об'єкти (навчальні елементи) з погляду системи для опису їхньої структури, властивостей, функцій, механізмів, методів, характеристик умов зовнішнього середовища. Застосування методів системного аналізу має таку послідовність [18]: виділення об'єкта дослідження; характеристика середовища існування об'єкта; виявлення методів дослідження, які застосовуються для досягнення наукових і практичних цілей; опис властивостей, функцій, механізмів роботи підсистем, процесів взаємодії підсистем із зовнішнім і внутрішнім середовищем; класифікація: структурна, функціональна, прикладна.

Таким чином, сформований викладачем на етапі структурного аналізу навчальний матеріал надає змогу чітко зафіксувати тематичні розділи (їх кількість, потужність та поняттєве наповнення) і сформулювати навчальні цільові змістові модулі (ЗМ). Потужність теми визначається припустимою кількістю понять, присвоєння балів відбувається за узагальненими методиками експертною групою викладачів. Потужність модуля визначається кількістю тем. Таким чином відбувається декомпозиція змісту навчальної дисципліни (дисципліна – змістовий модуль – тема – бали) та її якісне наповнення. Потужність (якість) дисципліни (ПД) визначається як

$$ПД = \sum M * \sum T * \sum B ,$$



де  $M$  – загальна кількість модулів;  
 $T$  – загальна кількість тем;  
 $B$  – загальна кількість балів.

*Навчально-методичне забезпечення кредитно-модульної системи при застосуванні АНС у вищих медичних навчальних закладах.* Навчально-методична база стає єдиним інтелектуальним середовищем окремого вищого навчального закладу, його візитною карткою, інтегруючи досвід викладачів. Від якості її підготовки в значній мірі залежить якість навчання та самонавчання студентів. Вагому роль у формуванні такого середовища відіграє АНС, формуючи його у автоматизованому режимі та забезпечуючи викладачів механізмами використання у процесі навчання. Електронна бібліотека може бути включеною до структури АНС або мати з нею єдине інформаційне поле.

*Індивідуальна та самостійна робота студентів.* Індивідуальна робота є формою організації навчального процесу для виявлення індивідуальних особливостей кожного студента, надання консультації, враховуючи час зустрічі, розвиток творчості при вирішенні поставлених навчальних завдань або науково-дослідної роботи та самостійності студента. Види індивідуальних занять, які можуть проводитися із застосуванням АНС: консультація, що проводиться викладачем і передбачає використання діагностичних тестів та використання АНС як довідкової системи; індивідуальне завдання, виконуючи яке студент використовує АНС як інформаційну систему з можливим доступом до бібліотечних електронних ресурсів. Якість самостійної роботи студентів з АНС в значній мірі залежить від організації та контролю з боку викладача – тьютора (консультанта). Мета – допомогти студенту з найменшими витратами часу засвоїти навчальний матеріал та отримати навички вирішення навчальних завдань із застосуванням АНС. Контроль за якістю організації є допоміжним засобом і сприяє правильному, чіткому плануванню та організації самостійної роботи студентом.

*Контроль навчальної діяльності студента.* Оцінювання – це один із завершальних етапів навчальної діяльності студента та визначення успішності навчання. Процедура та методика оцінювання суттєво впливають на остаточні результати, на можливість аналізу та на статистичну достовірність оцінок. Тому при оцінюванні необхідно надавати перевагу стандартизованим методам [19, 20, 21, 22]: тестуванню, структурованим письмовим роботам, структурованому за процедурою контролю практичних навичок в умовах, що наближені до реальних. За змістом не-

обхідно оцінювати рівень сформованості умінь та навичок, що визначені в Освітньо-кваліфікаційній характеристиці та відображені навчальною програмою відповідної навчальної дисципліни.

Наприкінці вивчення модуля блок моніторингу АНС [23, 24] визначає рейтинг студента, який складається з поточних оцінок за різні види робіт, активності студента під час навчання у інформаційному середовищі. Оцінка, яку надає АНС, є «рекомендованою оцінкою». Викладач, враховуючи цю оцінку та аналізуючи активність студента під час навчання, виставляє остаточну оцінку. Оцінювання навчальної діяльності студентів із використанням АНС в умовах кредитно-модульної системи дозволяє скоротити час, який відводиться на оцінювання; встановлювати не тільки кількісні показники, але й виявляти якісний рівень знань; періодично проводити моніторинг навчальної успішності та на його основі виявляти „групи ризику” із загальної кількості студентів; формувати навички самоконтролю студентів, а також звільняє викладача від рутинної роботи з підрахування результатів та виведення оцінки. Таким чином, контроль із використанням АНС виконує функції: діагностичну, прогнозуючу, контролюючу, навчальну, розвиваючу, самоконтролю, оцінювальну.

Оцінка з дисципліни виставляється АНС як середня з оцінок за модулі, на які структурована навчальна дисципліна. А також на цьому етапі надається додаткова інформація: кількість часу роботи студента з АНС за видами навчальної діяльності; оцінки за окремі модулі; рейтинг студента; якісні показники отриманих знань: рівень, перелік понять, які вивчені не в повному обсязі; види робіт, які студент виконував за допомогою АНС та оцінки; загальний час самоконтролю та його види.

Перевагами застосування АНС на етапі контролю є можливість отримання студентом рекомендацій щодо якості вивчення дисципліни у вигляді списку множини понять, які вивчені недостатньо, у вигляді онтології або ГЛС дисципліни, який відображає рівень вивчення окремих тем. Отримання таких рекомендацій підвищує мотивацію до навчання та самонавчання з метою більш ретельного опрацювання матеріалу дисципліни. АНС накопичує оцінки з кожної дисципліни кожному студенту, що створює можливість моніторингу навчальної діяльності студентів.

АНС можна використовувати при формуванні індивідуального навчального плану студента. Індивідуальний навчальний план є індивідуальним робочим документом студента, який складає студент разом із куратором на початку кожного навчального року. План

має містити інформацію про перелік, обсяг навантаження студента (усі види навчальної діяльності) і послідовність вивчення навчальних дисциплін (курсів). Індивідуальний план є додатком до «Інформаційного пакета спеціальності», який студент отримує після зарахування на навчання. При складанні індивідуального плану викладач заносить його результати до модуля студента, який є блоком АНС. Згідно з цим планом, система, аналізуючи види занять та відведений на їх вивчення час, формує план навчання у системі з кожного модуля. Результати навчання та контролю (тема вивчення, оцінка, перелік понять, які вивчені недостатньо, рівень знань, активність та ін.) фіксуються у протоколі, послідовно формуючи образ студента. При необхідності викладач ознайомлюється з цими результатами і може вносити зміни до сценарію АНС щодо навчання конкретного студента [25]. Автоматизований підсумковий контроль дозволяє після отримання оцінки формувати рейтинг студента.

*Підсилення ролі викладача.* Впровадження кредитно-модульної системи змінює роль викладача – він стає наставником-консультантом [26]. Наставник-консультант – це наставник, вихователь, куратор групи. Він виконує ролі викладача, методиста, консультанта та забезпечує методичну підтримку студента. Як викладач він проводить практичні заняття, забезпечує ефективне використання навчальних ресурсів. Як консультант – координує пізнавальний процес, проводить групові та індивідуальні консультації. Деякі автори схильні додавати до образу наставника-консультанта компоненту «менеджер», мета якого – формування груп, складання графіку навчального процесу, керування проведенням занять, контроль за виконанням графіку навчального процесу.

Отже, функції викладача зазнають істотних змін. Застосування АНС, в свою чергу, потребує від викладача опанування новими знаннями та навичками. Так, викладач-наставник-консультант повинен знати дидактичні особливості застосування АНС у вищому медичному навчальному закладі; структуру АНС, призначення її модулів; особливості розробки тестових та інших контролюючих завдань з урахуванням специфіки навчання у вищому медичному навчальному закладі; вміти: працювати з АНС в режимі настроювання параметрів системи; виконувати операції щодо моніторингу знань та умінь студентів; структурувати навчальний матеріал; вносити зміни до автоматизованого індивідуального плану студента; організувати проведення різних видів навчальних занять із застосуванням АНС; готувати інформацію до введення її у АНС; розробляти сценарії навчання та контролю.

Особливості застосування АНС в умовах кредитно-модульного навчання є у вищому медичному навчальному закладі: можливість особистісної перекомпозиції навчальних дисциплін та їх змісту у відповідності з планом саморозвитку особистості в автоматизованому режимі; організація індивідуальних занять із застосуванням АНС, що сприяє розвитку індивідуальних особливостей, дозволяє підвищити інтерес до навчання, покращити якість знань, прискорити зустріч з викладачем з метою отримання відповідей та роз'яснень на ті запитання, які виникли у кожного студента; відкритий доступ студентів до навчального матеріалу та контрольних завдань з окремих модулів в режимі самостійної роботи; можливість розробки авторських сценаріїв навчання викладачами; можливість моніторингу успішності навчання за критеріями: період часу, дисципліна, тема; навчання за індивідуальною траєкторією; формування інформаційних умінь. АНС надає унікальну можливість зробити перший крок до індивідуального навчання з урахуванням рівня знань, умінь студента та його психологічних характеристик на базі комп'ютерних технологій. На відміну від неструктурованих за навчальними потребами масивів інформації та навчальних програм з жорстким керуванням, АНС дозволяє студенту навчатися в комфортних умовах та в фоновому режимі направляти його навчальні дії, а викладачу – реалізовувати творчі методики навчання та удосконалювати навички роботи у інформаційному середовищі.

*Автоматизованою системою в умовах кредитно-модульного навчання* будемо називати систему програмно-технічного, навчально-методичного, інформаційного та лінгвістичного забезпечення, яка використовується у навчанні як допоміжний засіб, супроводжуючи дії викладача, та забезпечує повну або фрагментарну реалізацію дидактичного циклу навчання в автоматизованому режимі згідно з метою навчання; керування пізнавальною діяльністю студента та його активну діяльність щодо досягнення мети; забезпечення можливості самостійного навчання за визначеною траєкторією, яка формується на базі індивідуального плану саморозвитку студента та можливість розробки автоматизованих навчальних курсів (АНК) з різних навчальних дисциплін. АНС в умовах кредитно-модульного навчання відіграє роль засобу, який використовується на всіх етапах навчання та контролю, самонавчання та самоконтролю, формування звітів про успішність навчання групи студентів, курсу або окремого студента, планування навчального процесу.

Виходячи з концепції АНС та ключових позицій Болонського процесу і узагальнюючи існуючий досвід щодо її особливостей для вищих медичних навчальних закладів, основними перевагами застосування АНС як засобу навчання в умовах кредитно-модульної системи, на нашу думку, є [25-30]:

- загальна база навчальних елементів для різних курсів;
- множинне використання навчальних елементів;
- використання навчальних і контролюючих фрагментів із графікою й елементами мультимедіа;
- керування процесом навчання і контролю на основі принципів зворотного зв'язку;
- формування моделі студента і, на її основі, – зрізу знань;
- можливість формування індивідуального навчального плану для окремого студента;
- моніторинг результатів навчання і контролю за певний період часу;
- можливість інтегрування до АНС інших модулів, що забезпечують виконання додаткових функцій;
- структуризація навчального матеріалу;
- модульне планування;
- наявність активного діалогу між студентом і системою щодо планування взаємодії та навчання;
- застосування різних видів контролю на всіх етапах навчання;
- визначення рейтингу студента.

АНС, що відповідає наведеним вимогам, дозволяє:

- індивідуалізувати і диференціювати процес навчання в умовах кредитно-модульного навчання;
- скоротити час навчання за рахунок автоматизованої обробки його результатів;
- створити умови для самостійної роботи студентів;
- демонструвати візуальну навчальну інформацію;
- підвищити інтерес до процесу навчання;
- інтегрувати зусилля викладачів різних дисциплін та створити додаткові умови для творчої праці.

**Висновки.** Обґрунтовані методологічні аспекти застосування АНС дозволяють рекомендувати саме систему RATOS [5] для впровадження у навчальний процес вищих навчальних закладів України. З метою підготовки викладачів до застосування АНС розроблені програма та методичні матеріали спеціалізованого курсу для викладачів [33]. До особливостей застосування АНС RATOS слід віднести: підвищення і стимулювання інтересу студентів завдяки мультимедійним технологіям; активізацію розумової діяльності й ефективності засвоєння матеріалу завдяки інтерактивності; моделювання і візуалізацію процесів, що є складними для демонстрації в реальності; індивідуалізацію навчання за темпами вивчення матеріалу, логікою та типом сприйняття навчальної інформації; організацію дистанційного навчання; можливість самостійного дослідницького пошуку матеріалів, опублікованих в Інтернет; підвищення швидкості та точності збору й обробки інформації про успішність навчання завдяки комп'ютерному тестуванню і контролю знань, що дозволяє проводити швидко корекцію.

### Література

1. Табачник Д. Стан та перспективи розвитку освіти в Україні у контексті Євроінтеграції / Д. Табачник // Вища школа. – 2004. – № 4. – С. 3-21.
2. Банчук М.В. Сучасний розвиток вищої медичної та фармацевтичної освіти й проблемні питання забезпечення якісної підготовки лікарів і провізорів / М. В. Банчук, О. П. Волосовець, І. І. Фещенко та ін. // Медична освіта. – 2007. – № 2. – С. 5-13.
3. Мінцер О.П. На шляху до суспільства медичних знань / Мінцер О.П., Вороненко Ю.В. // Актуальні питання фармацевтичної та медичної науки та практики: зб. наук. праць. Вип. XVI. – Запоріжжя: Вид-во ЗДМУ, 2006. – С. 3-15.
4. Слащов В. А. Психологічні проблеми реалізації Болонського процесу в Україні / В. А. Слащов, О. В. Додонова // Теоретичні і прикладні проблеми психології. – 2004. – № 3. – С. 144-146.
5. Рижов О.А. Інструментальна система візуального проектування навчальних комп'ютерних систем RATOS X.1 / О.А.Рижов, С.А.Супрун // Самостійна робота студентів вищих навчальних закладів: досвід, проблеми та перспек-

тиви: мат-ли науково - практичної конференції.-Харків: Вид-во НФаУ, 2004 – С. 94-95.

6. Болонський процес: Трансформація навчального процесу у технологію навчання: матеріали II Міжнародної науково-методичної конференції. – К., 2005. – С. 15.
7. Сікорський П. Принципи кредитно-модульної технології навчання / П. Сікорський // Вища школа. – 2004. – № 4. – С. 69-76.
8. Сікорський П. Кредитно-модульна технологія у вищих навчальних закладах / П. Сікорський // Шлях освіти. – 2004. – № 3. – С. 29-34.
9. Москаленко В.Ф. Стан і проблеми підготовки медичних та фармацевтичних кадрів в Україні / В.Ф.Москаленко, Ю.В.Вороненко, І.С.Вітенко // Медична освіта. – 2001. – №4. – С. 5-13.
10. Казаков В. М. Методологія створення підручників та навчальних посібників керуючого типу / В. М. Казаков, І. С. Вітенко, О. М. Талалаєнко та ін. – К.; Донецьк, 2003. – 130 с.
11. Вороненко Ю.В. Електронні навчальні посібники для відображення медичних процедурних знань: принципи,

- етапи створення, методологія / Ю.В. Вороненко, О.П. Мінцер, В.В. Краснов. – Київ, 2009. – 160 с.
12. Рыжов А.А. Декомпозиция учебной дисциплины как этап подготовки учебного материала для систем автоматизированного обучения / А.А. Рыжов, О.Б. Макоед, Н. А. Иванькова // Педагогіка і психологія формування творчої особистості: проблеми і пошуки : зб. наук. пр. / Запоріж. обл. ін-т післядиплом. пед. освіти. – К. ; Запоріжжя, 2005. – Вип. 35. – С. 266-271.
13. Башмаков А. И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / А. И. Башмаков, И. А. Башмаков. – М. : Информационно-издательский дом «Филинь», 2003. – 616 с.
14. Рыжов О.А. Модель представления знаний на основе понятий для компьютерных систем навчання / О.А. Рыжов // Медична інформатика та інженерія. – 2008. – №2. – С. 83-88.
15. Рыжов А.А. Алгоритм формализации знаний предметной области на основе методов системного анализа простых систем / А.А. Рыжов, О.В. Патока // Актуальні питання фармацевтичної та медичної науки і практики: зб. наук. статей– Запоріжжя, 1997. – С. 328–335.
16. Аванесов В. С. Научные проблемы тестового контроля знаний : монографія / В. С. Аванесов. – М. : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1994. – 135 с.
17. Банчук Н. В. Стратегия оценки качества подготовки медицинских и фармацевтических специалистов / Н. В. Банчук, А. П. Волосовец, Ю. В. Вороненко, О.П. Мінцер // Медична інформатика та інженерія. – 2008. – №1. – С. 9-13.
18. Казаков В.М. Методологія та технологія оцінювання навчальної діяльності студентів медичних ВНЗ при кредитно-модульній організації навчального процесу / В.М. Казаков, О.М. Таласенко, М.Б. Первак, О.В. Котлубей // Медична освіта. – 2005. – №2. – С. 58-63.
19. Василякін В. В. Принципи організації системи моніторингу самостійної роботи студентів засобами програмної моделі / В. В. Василякін, О. А. Рыжов // Медична інформатика та інженерія – 2008. – № 2. – С. 65-70.
20. Рыжов А.А. Управление обучением в АОС, основанное на принципах функциональных систем / А.А. Рыжов, Л.Е. Белоконь, Н.А. Иванькова // Актуальні питання фармацевтичної та медичної науки і практики: зб. наук. ст. – Запоріжжя, 1997. – С. 313–320.
21. Мінцер О.П. Інтерпретація медичної інформації та перспективи впровадження технологій Болонського процесу / О.П. Мінцер // Медична освіта. – 2006. – №2. – С. 89-92.
22. Рыжов А.А. Основные принципы организации тезауруса интеллектуальных обучающих систем / А.А. Рыжов // Актуальні питання фармацевтичної та медичної науки: зб. наук. праць. Вип. I. – Запоріжжя: Вид-во ЗДМУ, 1997. – С. 304-312.
23. Рыжов А.А. Аспекты реализации инструментальной системы на основе WYSIWYG-интерфейса для создания учебных программ, работающих в бреде / А.А. Рыжов, Е.А. Супрун // Інформаційні технології в охороні здоров'я та практичній медицині. Матеріали IV конференції з міжнародною участю (26-28 травня 2004 р., м. Київ) – Київ, 2004. – С. 47–48.
24. Иванькова Н. А. Структура системы контроля знаний с оптимизацией управления обучения / Н. А. Иванькова, А. А. Рыжов // Актуальні питання фармацевтичної та медичної науки та практики : зб. наук. ст. – Запоріжжя : ЗДМУ, 2000. – Вип. VI. – С. 315-320.
25. Рыжов О. А. Модель представления знаний на основе понятий для компьютерных систем навчання / О. А. Рыжов // Медична інформатика та інженерія. – № 2. – 2008. – С. 83–88.
26. Рыжов А.А. Особенности организации внутреннего диалога обучаемого при дистанционной форме обучения на основе новых информационных технологий / А. А. Рыжов // Актуальні питання фармацевтичної та медичної науки та практики : зб. наук. ст. – Запоріжжя : ЗДМУ, 2004. – Вип. XIII. – С. 254-259.
- Рыжов А.А. Алгоритмическая база сценариев контроля и обучения в системе RATOS®/ Рыжов А.А., Супрун Е.А., Панасенко А.И. и др. // Актуальні питання фармацевтичної та медичної науки та практики: зб. наук. праць. Вип. XV. – Запоріжжя: Вид-во ЗДМУ, 2006. – С. 655-665.

УДК 614.23:616.314

## СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКІСНОЇ ПІДГОТОВКИ ЛІКАРІВ

**В.П. Марценюк, О.О. Стаханська**

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

В роботі описано інноваційні технології навчання, запроваджені в Тернопільському державному медичному університеті імені І.Я. Горбачевського. На основі методів системного аналізу здійснено декомпозицію проблеми якісної підготовки лікарів та показано підхід до визначення пріоритетності методик.

**Ключові слова:** медична освіта, інноваційні технології, системний аналіз.

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ПОДГОТОВКИ ВРАЧЕЙ

**В.П. Марценюк, О.А. Стаханская**

*Тернопольский государственный университет имени И.Я. Горбачевского*

В работе описаны инновационные технологии обучения, внедренные в Тернопольском государственном медицинском университете имени И.Я. Горбачевского. На основе методов системного анализа осуществлена декомпозиция проблемы качественной подготовки врачей и показан подход к определению приоритетности методик.

**Ключевые слова:** медицинское образование, инновационные технологии, системный анализ.

## SYSTEM ANALYSIS OF IMPLEMENTATION OF INNOVATION TECHNOLOGIES ENABLING QUALITATIVE TRAINING OF PHYSICIANS

**V.P. Martsenyuk, O.O. Stakhanska**

*Ternopil Medical University by I.Ya. Horbachevsky*

In this work innovative technologies implemented in Ternopil State Medical University are described. Decomposition of problem of qualitative training of physicians based on system analysis methods is executed. Approach for determining methodology priorities is shown.

**Key words:** medical education, innative technologies, system analysis.

**Вступ.** Завдання галузевої системи вищої медичної освіти і кожного її навчального закладу з позицій управління якістю освіти полягає в якісному задоволенні потреб як суспільства в цілому, так і окремих його громадян – студентів.

При цьому необхідно тверезо оцінити ситуацію у сфері медичної освіти, поставити деколи амбітні, але реалістичні цілі, досягнення яких повинне спричинити помітне поліпшення у сфері надання медичних послуг.

Щодо системи медичної освіти, то найважливішим завданням є пошук ключової ланки, через яку мож-

на було б ініціювати позитивні процеси у всій системі. Враховуючи ту постановку завдання, яка пов'язана з побудовою інноваційної освіти, освіти, заснованої на знаннях, і виходячи з того, що вважаємо основною конкурентною перевагою людський капітал, на сьогоднішній день ключовою ланкою реформування і модернізації системи вищої медичної освіти є професійна освіта. Допмагаючи лікарю стати професійно успішним, економічно самостійним, ми одночасно вирішуємо і важливу соціальну задачу – забезпечення стабільності медичного співтовариства. При цьому ми виходимо з того, що вирішувати

© В.П. Марценюк, О.О. Стаханська

такі задачі слід шляхом надання нових можливостей і альтернатив всім учасникам системи медичної освіти [1].

У сучасному світі медична освіта стає одним з провідних чинників конкурентоспроможності галузі охорони здоров'я. При цьому ніяка найкраща базова освіта в сучасних умовах не здатна забезпечувати успішну професійну кар'єру більш ніж на 5-7 років. Через стрімкий темп технологічного оновлення в медицині світова медична спільнота виробляє новий підхід до змісту і технологій підготовки вищих медичних кадрів [1-4]. Світова система медичної освіти стає самостійною галуззю. Формується достатньо широкий ринок освітніх медичних послуг у світі.

Аналізуючи процеси, що відбуваються у світі, ми не можемо не співвідносити їх з українськими реаліями, насамперед з тими, які мають об'єктивний характер; в першу чергу мова йде про поточні демографічні процеси. Найближчими роками скоротиться значна кількість учнів в системі освіти у зв'язку з демографічними тенденціями, що, безумовно, спричинить необхідність серйозних структурних змін в системі медичної освіти зокрема.

**Мета роботи** – здійснити аналіз новітніх інноваційних навчальних методик в умовах їх запровадження у ВМ(Ф)НЗ України.

#### **Основна частина**

Важливими є питання адаптації та максимального наближення як у викладанні окремих предметів, так і у застосуванні критеріїв оцінки знань студентів та роботи навчального закладу в цілому до аналогічних медичних університетів у Європі. Інтеграція у світовий освітній простір вимагає як глибокого реформування процесу викладання, так і управління навчальним закладом. Тому в Тернопільському державному медичному університеті в навчальний процес було впроваджено цілий ряд інноваційних методик.

Для створення більш оптимальних умов навчання в університеті було проведено комплекс заходів – об'єднання теоретичних кафедр у навчально-наукові інститути, а дрібних клінічних – у більш потужні, які розміщені на базі кількох відділень або навіть цілої лікарні. Найменування кафедр приведені у відповідність з найменуванням дисциплін, які на них викладаються, згідно з новим навчальним планом.

Навчально-наукові інститути та клінічні кафедри мають свої бібліотеки, комп'ютерні, читальні, тренажерні та фантомні зали, відділи програмного забезпечення з введеними у штат програмістом та оператором, які забезпечені набором мультимедійної техніки, а також міні-друкарні.

**Методика єдиного дня.** Необхідною стала потреба максимально ефективно використовувати створену навчальну матеріально-технічну базу, а також уникнути протягом дня непотрібних переміщень студентів з кафедри на кафедру, які розташовані в різних частинах міста. Такі переміщення нерідко є об'єктивною причиною запізнення студентів на заняття, крім того, на них впливають негативні погодні чинники та вони вимушені витрачати свої кошти на оплату проїзду у транспорті. Щоб належно підготуватися до занять на наступний день, студенту необхідно мати після обіду вільний час, відповідно, наявність четвертих пар була об'єктивно гальмівним фактором для самостійної роботи.

Кафедри, у свою чергу, повинні виділяти чергового, який би консультативно міг допомагати студентам під час самостійної роботи після занять, чому також буде заважати наявність четвертих пар. Тому наступним кроком став рівномірний розподіл навантаження для студентів протягом тижня, а відповідно семестру та навчального року, який би виключав четверті пари, що сприятиме одночасно і вивільненню часу всьому професорсько-викладацькому складу для наукових досліджень, написання підручників та інших видів робіт.

Відповідно змінено і систему складання розкладу занять, згідно з яким на 1-5 курсах вивчення дисциплін буде проводитися методом "єдиного дня".

Тобто один день у тиждень є лекційним. Студенти слухають всі три лекції в одній аудиторії, у яку прибувають лектори з різних кафедр. Практичні (семінарські та лабораторні заняття) з кожної дисципліни також протягом решти днів тижня викладають на одній кафедрі. Заняття тривають з 9 до 15 години. У деяких випадках частина лекцій на 3-5 курсах переведена на самостійне опрацювання (скорочення лише у межах 10 % лише від аудиторних годин, хоча МОЗ України дозволено 10 % від загальної кількості годин, що відведені на вивчення дисципліни). Студенти отримують можливість ознайомитися з ними під час самопідготовки у виданих видавництвом "Укрмедкнига" курсах лекцій, електронних підручниках та посібниках, на компакт-дисках тощо.

Запроваджено також наступну методику проведення занять. Незалежно від того, чи це на теоретичних чи клінічних кафедрах, студенти починають заняття з виконання практичної роботи. На теоретичних кафедрах вони проводять досліді згідно з розробленими методиками тривалістю до 3 годин. Потім до 3 годин разом з викладачем, який допомагає студентам консультативно, триває семінарське обговорення теоретичних розділів з тем даного заняття. На

клінічних кафедрах студенти починають з роботи із хворими (збір анамнезу, призначення та проведення різних обстежень, встановлення діагнозу, проведення лікування, виконання маніпуляцій), яка триває до 4 годин. Після цього проводять до 2 годин обговорення теоретичних питань.

А закінчуються заняття на всіх кафедрах, згідно з вимогами, проведенням тестування протягом однієї години. Кількість тестів з кожної теми встановлює кафедра. Відповідно до засвоєння кожної теми буде певна кількість правильних відповідей на тести, згідно з якими виставляють оцінку. Вважаємо, що навіть у випадку, коли окремі студенти з будь-яких причин були не готові до заняття, то протягом навчального дня вони матимуть можливість і, більш того, будуть вимушені засвоїти матеріали. До цього їх буде стимулювати обов'язковість відповіді на тести в кінці кожного дня заняття з обов'язковим виставленням об'єктивної оцінки.

**Практично-орієнтоване навчання (Z-система).** В Україні традиційно існує система навчального процесу, при якій вивчення клінічних дисциплін базується на фундаменті класичних теоретичних дисциплін. Студенти молодших курсів вивчають тільки теоретичні дисципліни. Другий та третій курси – це умовна межа, після якої розпочинається вивчення клінічних дисциплін. Це так звана H-модель навчання. Основними її недоліками є:

- до початку вивчення клінічних дисциплін студенти забувають значну частину теоретичного матеріалу;
- надмір фундаментальних знань, не підкріплених практикою, призводить до перевантаження навчального процесу та слабкої практичної підготовки випускників.

Нова система освіти передбачає часткове введення розділів клінічних дисциплін вже з перших курсів навчання і може бути подана графічно у вигляді Z-моделі.

При Z-моделі освіти недопустимим є проведення межі між теорією і практикою – вони повинні суміщатися в часі і бути нерозривними впродовж усього процесу навчання. При цьому зміщення акцентів з теорії на практику відбувається поступово. Нова модель передбачає опанування тільки основних знань, умінь і навичок. Константи, формули та інший цифровий матеріал подаються лише у мінімальному об'ємі.

Зокрема при вивченні анатомії у навчальний процес впроваджують викладання нормального розміщення органів та їх співвідношень на комп'ютерних томограмах. При викладанні медичної хімії використовують дані клінічних лабораторних методів обстеження; нормальної та патологічної фізіології, функціональних методів дослідження, які застосовують в клініці тощо.

Для забезпечення належного фахового рівня один раз в рік у відділеннях комп'ютерної томографії (по два тижні на рентгенівському і магнітно-ядерному комп'ютерному томографі) проводиться стажування викладачів анатомії які створюють банк комп'ютерних томограм тіла людини на електронних та плівкових носіях. Викладачі кафедри медичної хімії проходять двотижнєве стажування у лабораторіях лікарень, а нормальної та патологічної фізіології – у кабінетах функціональної діагностики.

З метою підвищення рівня викладання дисциплін доцільно навчальний план дисциплін, які викладаються як на теоретичних, так і на клінічних кафедрах, поділити на тематичні цикли.

Наприклад, на кафедрі внутрішньої медицини один викладач протягом навчального року викладає лише один цикл (патологія серцево-судинної системи або патологія органів травлення тощо), загальні ж теми з дисципліни викладають усі викладачі кафедри. За такої організації навчального процесу основним принципом стає набуття викладачем вузької спеціалізації та досягнення глибокого професіоналізму за напрямком вибраного циклу. Крім того, студенти кожної групи протягом терміну навчання на кафедрі, відведеного на опанування дисципліни, познайомляться з усіма викладачами кафедри і зможуть перейняти від них усе найкраще.

Викладачі циклів повинні щорічно протягом 1-2 тижнів пройти стажування-спеціалізацію у відповідних підрозділах лікувальних закладів: магнітно-резонансної томографії, клініко-лабораторної діагностики, судово-медичної експертизи, клінічних відділеннях тощо.

**Матрикули практичних навичок.** Паралельно з модулями введені так звані лінії засвоєння практичних навичок [3]. Завдяки їм ми бачимо рівень засвоєння практичних навичок кожним студентом, така система прийнятна у Європі і зокрема у Віденському медичному університеті.

Перелік та рівень засвоєння практичних навичок викладають у книзі обліку практичних навичок, яка видається окремо для кожного курсу, і весь перелік їх є обов'язковим для виконання студентами, які на ньому навчаються. Без цього вони не будуть переходити на наступний курс.

Перший рівень – це теоретичне знання усіх етапів виконання практичної навички.

Другий рівень передбачає, окрім знання і розуміння усіх етапів виконання практичної навички, хоча б одноразове бачення її виконання на практиці (виконання маніпуляції, процедури або пацієнта з відповідним захворюванням тощо).

Третій рівень передбачає виконання навички на муляжі, фантомі чи в лабораторних умовах.

Четвертий рівень вимагає проведення студентом маніпуляції (діагностичної чи лікувальної процедури, курації хворого тощо) під наглядом викладача.

П'ятий рівень виставляється за умови самостійного виконання студентом практичної навички.

Вивчення модулів дисциплін проводять методом "єдиного дня". Це дозволяє максимально рівномірно розподілити навантаження на студентів і на кафедри, що є особливо сприятливим для викладачів дисциплін з малою кількістю аудиторних годин, так званих курсів, наприклад ендокринології, фтизіатрії, судової медицини та інших.

Відповідно тепер немає четвертих пар і студенти мають можливість після обіду та нетривалого відпочинку в режимі самостійної роботи готуватися у навчально-науковому інституті або на клінічній кафедрі під керівництвом чергового викладача до занять на наступний день.

**Щоденний дистанційний тестовий контроль знань.** В університеті запроваджено щоденний електронний контроль знань студентів за програмою "Moodle", який проводиться напередодні практичного заняття з виставленням відповідної оцінки. Результати оцінювання можна переглядати, як узагальнені, так і кожного студента зокрема. При цьому формулюються гістограми успішності для кожного заняття.

**Семестровий комплексний тестовий іспит.** Одним із чинників, покликаних суттєво впливати на підвищення якості знань та спонукати студентів до активної самостійної роботи, є незалежне та об'єктивне їх оцінювання. З цією метою запропоновано проводити у кінці кожного семестру комплексний тестовий іспит одночасно зі всіх дисциплін, які вивчалися за цей період [2].

Для студентів, які вже навчаються за кредитно-модульною системою, кінцева оцінка за дисципліну буде складатися у такому співвідношенні: 60% за поточну успішність та 40% за кількість балів, що отримані під час складання тестового іспиту, це відповідає вимогам до оцінювання навчальної діяльності студента, які викладені у затвердженій МОЗ України Тимчасовій інструкції з оцінювання навчальної діяльності студентів при впровадженні кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Відмінність полягає лише у тому, що оцінюється кожен модуль не одразу після вивчення його тем, а у кінці семестру. Це буде об'єктивніше свідчити про так зване виживання знань, на принципі якого проводять тестові іспити Крок 1 та Крок 2, а відповідно сприятиме і підготовці до їх складання.

Окремо слід зупинитися на застосуванні комп'ютерних технологій при проведенні семестрових тестових іспитів. Зазначимо, що тут ми також опиралися на європейський досвід і на сьогодні наша система незалежного тестування нічим не поступається тій, яка використовується у Віденському медичному університеті.

Програмне забезпечення, яке було розроблене відділом інформаційних технологій, включає три головні програми:

- формування кафедрами банку тестових завдань
- понад 450 тисяч тестових завдань. Формування буклетів тестових завдань та еталонів відповідей;
- розпізнавання зашифрованих відсканованих робіт студентів та їх оцінювання;
- дешифрування робіт та формування відомостей, розсилка оцінок по сторінках студентів.

Для аналізу валідності тестових завдань вперше в Україні було впроваджено метод на основі гістограм валідності.

**Впровадження комп'ютерних технологій.** Вхідження у світовий медичний освітній простір вимагає впровадження в навчальний процес сучасних інформаційних технологій. Така робота в університеті проводилася і буде проводитися планово у відповідності до „Етапів формування системи електронного навчання ТДМУ”, затверджених ще в 2006 році [4].

МОЗ України поставлене завдання для медичних університетів на найближчу перспективу – створення єдиного інформаційного простору для медичних та фармацевтичних навчальних закладів (формування банків методичного забезпечення навчального процесу, атестованих курсів, нових інноваційних технологій в медицині тощо).

Створення спільних комп'ютерних мереж вищих медичних навчальних закладів – новий актуальний напрямок у світовій медичній освіті. Так 12 травня 2008 року делегація ТДМУ взяла участь у засіданні Координаційної ради зі створення мережі МЕФАНЕТ. На сьогодні МЕФАНЕТ – це проект, спрямований на розвиток і посилення співпраці між чеськими та словацькими медичними факультетами щодо прогресу у викладанні медичних дисциплін з використанням інформаційно-комунікаційних технологій.

При розробці Web-порталу університету було використано досвід провідних європейських та американських університетів. За своїми функціональними можливостями наш портал не поступається іншим навчальним системам. Наш портал нараховує 23783 електронних матеріали, створених нашими викладачами.

Реалізовано такі етапи формування інформаційної навчальної системи університету:



– розміщення кафедр на Web-порталі робочих програм, методичних вказівок, розкладів занять, графіків чергувань викладачів по кафедрах.

– розміщення викладачами на персональних Web-сторінках наборів слайдів до кожної лекції;

– розміщення викладачами матеріалів для підготовки до лекцій для студентів. Тут розміщено інформацію (текстовий матеріал з літературних джерел (за винятком основного підручника), необхідні графічні зображення, фото та відеофільми), прочитавши та переглянувши які студент буде підготовлений до сприйняття лекції;

– розміщення кафедр матеріалів для підготовки до практичних занять: текстовий матеріал, малюнки, посилання на відеофільми. Тут викладачами розміщується найцінніша інформація до проведення заняття;

– розсилання центром тестування (кафедрми) оцінок післясеместрових іспитів по Web-сторінках студентів;

– розсилання деканатами інформації про недопуск до іспитів в зв'язку з невиконанням навчальної програми а також інформації про відсоток виконання ліній практичних навичок по Web-сторінках студентів.

На Web-порталі створено електронну бібліотеку джерел навчальної мультимедійної інформації, що використовуються при підготовці спеціаліста, а саме: електронна бібліотека підручників, навчальних посібників та монографій (понад 400 найменувань), видрукованих у видавництві „Укрмедкнига”, або таких, на розміщення електронних версій яких університет має дозволу авторів; мультимедійні навчальні компакт-диски, розроблені в університеті; навчальні відеофільми, виготовлені та оцифровані у відділі інформаційних технологій (близько 200 найменувань); навчальні таблиці (більше 3000 найменувань); повнотекстові електронні версії 11 журналів, які виходять у видавництві “Укрмедкнига”.

Слід зазначити, що в поточний час вирішуються такі важливі питання, пов'язані з медсестринською освітою, як дистанційна форма навчання при підготовці бакалаврів та магістратури.

Актуальним питанням сучасної медичної освіти є вироблення у майбутніх лікарів навичок спілкування. Ця проблема піднімалася на XII Грацькій міжнародній конференції „Quality of Teaching in Medicine” (18-21 вересня м. Грац, Австрія). Передбачено розробку алгоритму перевірки комунікативних навичок студентів під час складання ОСКІ.

Підсумовуючи запропоновані вище інноваційні навчальні методики слід зазначити наступне.

Проведення занять методом “єдиного дня” дозволяє:

– рівномірно розподілити навчальне навантаження на студента та педагогічне – на викладача;

– внаслідок відсутності четвертих пар студенти отримують достатньо часу для самостійної підготовки до занять на наступний день під керівництвом викладача безпосередньо у ННІ або на клінічній кафедрі;

– професорсько-викладацький склад матиме рівномірніше педагогічне навантаження і зможе раціональніше використовувати свій час для виконання інших видів робіт.

Оскільки основним критерієм якості навчання є так зване виживання знань, то проведення тестового іспиту у кінці семестру, а не складання модуля зразу після закінчення вивчення його тем, є більш прийнятним і об'єктивним показником.

Запровадження ліній практичних навичок створює можливість досягнення поставленої мети щодо набуття студентами практичних вмінь і дозволяє об'єктивно проконтролювати рівень їх засвоєння.

Запропонована методика організації навчального процесу сприятиме розвитку ініціативи студента і підвищенню його мотивації до активної самостійної роботи.

Лише незалежно від кафедр тестування створює можливість об'єктивізації оцінювання знань студента, що є додатковим стимулом для активізації його навчання.

У роботі [5] було запропоновано підхід до визначення найпріоритетніших інноваційних методик, які впроваджуються при підготовці лікарів-стоматологів в Тернопільському державному медичному університеті. Вказаний підхід також є прийнятним для визначення пріоритетності інноваційних методик в діяльності медичного університету (не лише при підготовці лікарів-стоматологів).

Сформулюємо проблему в термінах методу аналізу ієрархій Сааті. Означимо загальною метою досліджуваної проблеми якісну фахову підготовку лікарів в медичному університеті. На досягнення цієї мети впливають такі сили: якість теоретичної підготовки, якість практичної підготовки, наявність обладнання для навчального процесу, наявність клінічних баз для набуття практичних навичок. Дані сили визначаються такими акторами (дійовими особами): університетською адміністрацією, професорсько-викладацьким складом та безпосередньо самими студентами. Різні актори мають певні визначені цілі: адміністрація університету і професорсько-викладацький склад зацікавлені у професійному зростанні та якісному проведенні занять та лекцій, студенти бажають отримати ґрунтовну освіту і в подальшому

хорошу роботу. І, насамкінець, є кілька досліджуваних сценаріїв, таких як запроваджені методики: методика “єдиного дня”, Z-модель навчального процесу, лінії практичних навичок, семестровий тестовий

іспит, щоденний тестовий контроль знань студентів, об’єктивний структурний клінічний іспит (ОСКІ), система навчальних матеріалів на Веб-порталі університету, алгоритми спілкування з пацієнтами (рис. 1).

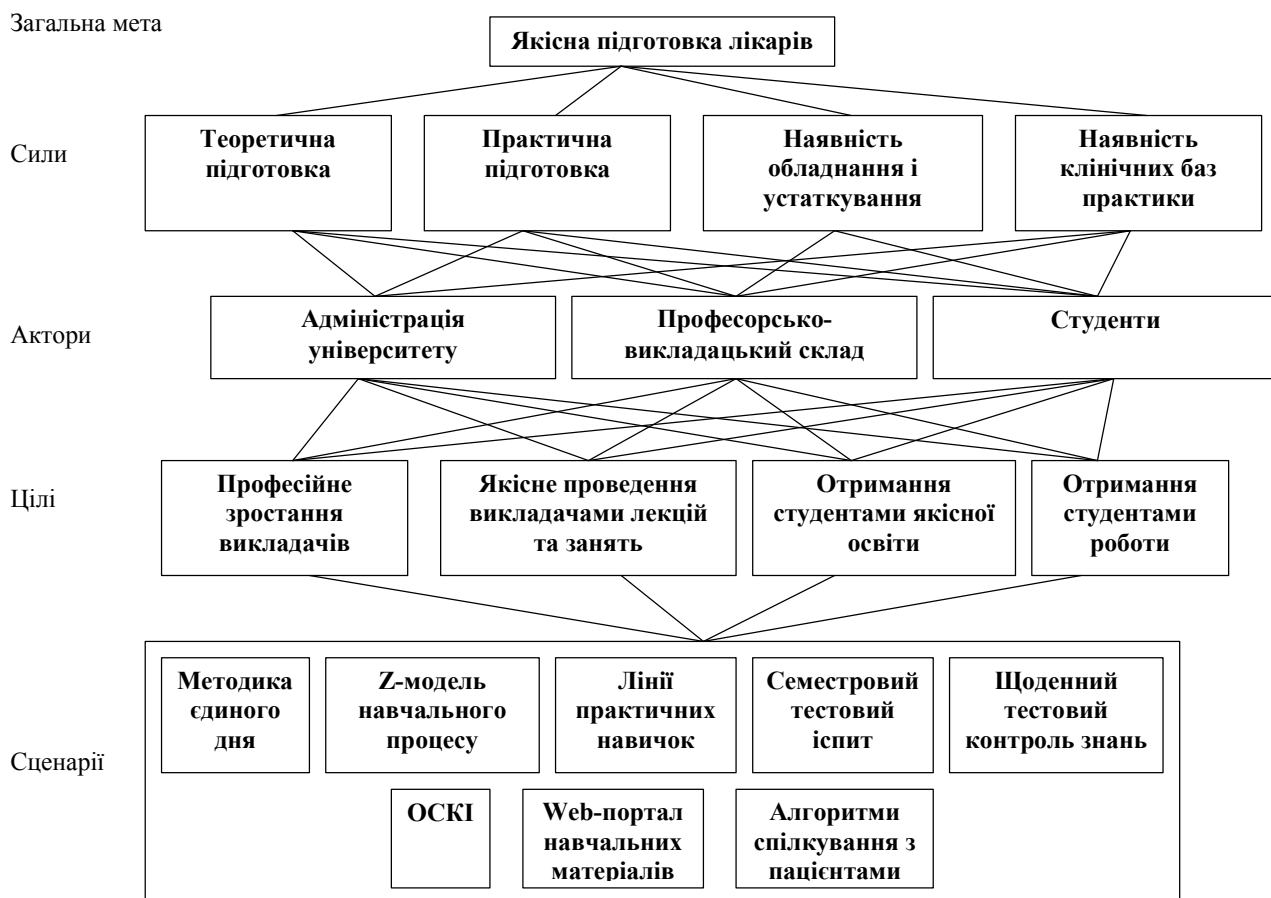


Рис. 1. Ієрархічна модель задачі якісної підготовки лікарів

Сценарії визначають ймовірність досягнення цілей, цілі впливають на акторів, актори скеровують сили, які остаточно визначають якісну підготовку лікарів-стоматологів. Таким чином ми приходимо до декомпозиції нашої проблеми на 5-ти рівнях ієрархії.

Рівень 1. Якісна фахова підготовка лікарів в медичному університеті (ЯП).

Рівень 2. Якість теоретичної підготовки (Т); якість практичної підготовки (П); наявність обладнання для навчального процесу (О); наявність клінічних баз для набуття практики (Б).

Рівень 3. Університетська адміністрація (А); професорсько-викладацький склад (В); студенти (С).

Рівень 4. Професійне зростання професорсько-викладацького складу (З); якісне проведення занять та лекцій (Л); отримання ґрунтовної освіти (Г); отримання хорошої роботи (Р).

Рівень 5. Методика єдиного дня (Є); Z-модель навчального процесу (Z); лінії практичних навичок

(Н); семестровий тестовий іспит (І); щоденний тестовий контроль знань студентів (Щ); об’єктивний структурований клінічний іспит (К); система навчальних матеріалів на Веб-порталі університету (М); алгоритми спілкування з пацієнтами (СП).

Застосовуючи до вищенаведеної ієрархічної моделі метод аналізу ієрархій на основі матриць попарних порівнянь, отриманих в роботі [5], отримуємо наступний вектор пріоритетів:

Є	0.0562
Z	0.283378
Н	0.457866
І	0.014905
Щ	0.026639
К	0.030717
М	0.07094
СП	0.059355

**Висновки.** 1. Інтеграція у світовий освітній медичний простір ставить задачу розробки та впровадження новітніх інноваційних навчальних методик, цілий ряд яких реалізовано в Тернопільському державному медичному університеті імені І.Я.Горбачевського. Використано досвід провідних європейських та американських ВМНЗ зі збереженням кращих традицій вітчизняної медичної школи.

2. На основі проведеного аналізу отримано такий порядок пріоритетів запроваджуваних інноваційних

методик для підготовки лікарів: принципово найважливішими виглядають впровадження ліній практичних навичок (45,8%) та Z-модель навчального процесу (28,3%); далі слідує методику запровадження Веб-порталу навчально-методичних матеріалів (7,1%), алгоритмів практичних навичок (5,9%), методика єдиного дня (5,6%), ОСКІ (3,1%), щоденний тестовий контроль знань студентів (2,7%), семестровий тестовий іспит (1,5%). Зауважимо, що отриманий порядок пріоритетів може змінюватися і визначається поставленими цілями.

### **Література**

1. Ковальчук Л.Я. Впровадження нової методики навчального процесу в Тернопільському державному медичному університеті імені І.Я. Горбачевського / Л.Я. Ковальчук // Медична освіта. – 2007. – № 2. – С. 16-20.
2. Мисула І.Р. Семестровий тестовий контроль рівня знань студентів у Тернопільському та Віденському медичних університетах / І.Р.Мисула, В.П.Марценюк, Г.Я.Загричук, А.Г. Шульгай // Медична освіта. – 2007. – № 2. – С. 27-29.
3. Мисула І.Р. Про впровадження у навчальний процес ліній

- практичних навичок (матрикулів) / І.Р.Мисула, О.Є.Федорців // Медична освіта. – 2007. – № 2. – С. 30-32.
4. Марценюк В.П. Впровадження в навчальний процес комп'ютерних технологій / В.П.Марценюк // Медична освіта. – 2007. – № 2. – С. 40-41.
5. Марценюк В.П. Визначення пріоритетних інноваційних методик підготовки лікарів-стоматологів на основі методу аналізу ієрархій / В.П. Марценюк, О.О. Стаханська // Медична інформатика та інженерія. – 2009. – №3. – С.13-21.

УДК: 61:001.8:681.3:616-082

## ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ. ДЕЯКІ НЕТРАДИЦІЙНІ ПІДХОДИ

Л.І. Усенко<sup>1</sup>, Г. Тахере<sup>2</sup>

*Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л.Шупика<sup>1</sup>  
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"<sup>2</sup>*

Головною проблемою будь-якої системи охорони здоров'я залишається питання забезпечення якісної медичної допомоги в рамках розумного використання обмежених ресурсів. В роботі розглядаються нові нетрадиційні підходи до моделювання процесів забезпечення якості медичної допомоги. Наведені приклади застосування концепції Парето та функції втрат Тагучі.

**Ключові слова:** якість медичної допомоги, доказова медицина, індикатори якості, ефективність Парето, функція втрат Тагучі.

## ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ. НЕКОТОРЫЕ НЕТРАДИЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ

Л.И. Усенко<sup>1</sup>, Г. Тахере<sup>2</sup>

*Национальная медицинская академия последипломного образования имени П.Л. Шупика<sup>1</sup>  
<sup>2</sup>Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт"<sup>2</sup>*

Главной проблемой любой системы здравоохранения остается вопрос обеспечения качественной медицинской помощи в рамках разумного использования ограниченных ресурсов. В работе рассматриваются новые нетрадиционные подходы моделирования процессов обеспечения качества медицинской помощи. Наводятся примеры применения концепции Парето и функции потерь Тагучи.

**Ключевые слова:** качество медицинской помощи, доказательная медицина, индикаторы качества, эффективность Парето, функция потерь Тагучи.

## INFORMATIVE DESIGN OF PROCESSES OF PROVIDING OF QUALITY OF MEDICARE. SOME UNTRADITIONAL APPROACHES

L.I. Usenko<sup>1</sup>, G. Tahere<sup>2</sup>

*National Medical Academy of Post-Graduate Education named after P.L. Shupyk<sup>1</sup>  
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"<sup>2</sup>*

The main problem of any system of health protection is a question of providing of high-quality medical care within the framework of the clever use of the limited resources. In work new untraditional approaches are examined in relation to the design of processes of providing of quality of medical care. Pointed examples of application of conception of Pareto and functions of losses of Taguchi.

**Key words:** quality of medical care, evidence – based medicine, indicators of quality, Pareto efficiency, Taguchi loss function.

**Вступ.** Незалежно від сформованої системи охорони здоров'я, її головною проблемою завжди залишалося питання забезпечення якісної медичної допомоги в рамках розумного використання обмежених ресурсів.

Поставлена ціль може бути досягнута, якщо в кожній країні рішення про час, обсяги та технології

медичної допомоги будуть ґрунтуватися на наукових доказах, на "золотих стандартах" установ і лікарів, які домоглися кращих результатів, а самі результати при цьому будуть виміряні через узгоджені індикатори.

Дуже актуальним є обґрунтування ключового (ключових) індикатора якості медичної допомоги

(ЯМД). Очевидно, що для його прийняття також потрібне експертне узгодження. Саме за ключовим індикатором можна оцінити стан системи надання медичної допомоги з метою розробки заходів щодо її вдосконалення в рамках виконання певних гарантій надання громадянам медичної допомоги.

Крім того, індикатори дозволяють об'єктивно оцінити стани медичної допомоги в регіоні, а також забезпечити моніторинг її якості, зіставити показники медичної допомоги в різних регіонах.

**Основна частина.** Індикатори якості медичної допомоги можна використовувати для цілей акредитації медичних установ, оцінки ефективності реалізації цільових програм тощо.

Більшість фахівців передбачають, що в якості індикаторів повинні використовуватися прості статистичні показники, котрі характеризують ЯМД з різних боків та забезпечують простоту виконання аналізу.

Індикатори ЯМД повинні відображати її основні характеристики: результативність, безпеку, оптимальність, включаючи раціональне витрачання ресурсів, використання медичних технологій із доведеною ефективністю, стабільність здійснення лікувального процесу і результату, спадкоємність і без-

перервність, прийнятність (своєчасність, спроможність задовольнити очікування та потреби пацієнта), законність, справедливість, у тому числі – доступність.

Наприклад, у регіонах Російської Федерації в якості індикаторів використовують 150 і більше показників [1].

Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) рекомендується при розробці програм забезпечення ЯМД брати до уваги такі її компоненти:

1. Фахові функції або виконання технології лікувально-діагностичного процесу, кваліфікація лікаря.
2. Ризик для пацієнта від медичного втручання.
3. Оптимальність використання ресурсів.
4. Задоволеність пацієнта наданою медичною допомогою.

Система оцінки якості медичної допомоги є комплексом, що складається з програмних засобів, формалізованої мови експертизи та її семантичного словника, системи знань про ЯМД.

В практичних установах можливе використання моделі лікарського процесу, відповідно до якого експерт аналізує правильність виконання етапів збору інформації, діагнозу, лікування, забезпечення спадкоємності, на кожному з яких можуть бути допущені лікарські помилки (рис. 1).

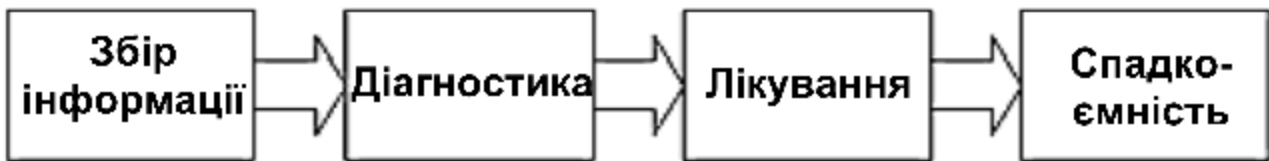


Рис. 1. Етапи лікарського процесу.

При цьому під лікарською помилкою розуміють таку неправильну дію або бездіяльність лікаря, що утруднила або могла утруднити виконання медичних технологій, сприяла або могла сприяти збільшенню або не зниженню ризику прогресування захворювання пацієнта, виникненню нового патологічного процесу, неоптимальному використанню ресурсів медицини і незадоволеності пацієнта від взаємодії з медичною підсистемою.

Залежно від негативних наслідків лікарської помилки (ЛП) виділяють такі ранги тяжкості:

1. Перший ранг – наслідком є вплив на соціальні ресурси.
2. Другий – вплив на стан пацієнта без соціальних наслідків.
3. Третій – вплив на процес надання допомоги або ресурси охорони здоров'я, але без впливу на стан пацієнта і соціальні ресурси.
4. Четвертий – утруднення оцінки процесу надання медичної допомоги або негативні впливи на уп-

равління охороною здоров'я, проте, такі, що не впливають на стан основних компонентів ЯМД.

Природно, ЛП слід розглядати в їх взаємозв'язку на етапах збору інформації, діагностики, лікування і забезпечення спадкоємності медичних дій.

У загальному вигляді робота із системою оцінки ЯМД зводиться до виконання двох процедур. Спочатку лікар, який оцінює роботу іншого лікаря, вивчає відповідні медичні документи і складає експертну версію про лікарські помилки. Після цього експерт складає експертний протокол, що містить формалізований опис кожної виявленої лікарської помилки й обґрунтовує її наслідки для стану компонентів ЯМД.

Наявність формалізованої мови, її семантичного словника та програмних засобів виключає неоднозначне тлумачення думки експерта, забезпечує відтворюваність і порівнянність змісту експертних протоколів.

Далі, за отриманими даними, розраховують кількісні характеристики і показники стану ЯМД (рис. 2).



Рис. 2. Схема розрахунку кількісних характеристик ЯМД.

Для оцінки стану виконання медичних технологій (перша ознака ЯМД) оцінюється ризик виникнення лікарських помилок на один випадок надання допомоги.

Для оцінки стану ризику для пацієнта медичного втручання (друга ознака) використовуються ризики погіршення стану і соціально значущого погіршення стану пацієнтів (кількість наслідків лікарських помилок для стану пацієнтів і відповідно для соціальних ресурсів з розрахунку на один випадок надання допомоги).

Для оцінки оптимальності використання ресурсів медицини застосовується ризик неоптимального використання ресурсів (кількість наслідків лікарських помилок на один випадок надання допомоги).

Кількісні показники (ризики) використовують для зіставлення стану окремих компонентів ЯМД у різних сукупностях випадків (лікувальні заклади, підрозділи), аналізу динаміки їхнього стану в ході реалізації управлінських рішень щодо поліпшення ЯМД. Дані про структуру лікарських помилок та їхні негативні наслідки застосовують для визначення типових і найбільш значимих порушень технології лікувально-діагностичного процесу, а також розробки конкретних рекомендацій щодо поліпшення ЯМД.

Кількісні показники є основою для віднесення того або іншого випадку до визначеного класу неналежної якості медичної допомоги і визначення структури ЯМД у сукупності випадків надання допомоги. Серед характеристик класів виділяємо: ризик виникнення ЛП, ризик погіршення стану пацієнтів, ризик соціально значущого погіршення стану пацієнтів, ризик

неоптимального використання ресурсів. Для віднесення певної характеристики до певного класу вона повинна дорівнювати 0 або бути більше 0.

Математичне оброблення даних експертних протоколів забезпечує отримання комплексу узагальнюючих таблиць і графіків, що характеризують стан якості медичної допомоги в одній або декількох порівнюваних сукупностях випадків надання допомоги. Оскільки основою для розрахунку є лікарська помилка та її негативні наслідки, в ході аналізу результатів експертизи можливий “стиск” інформації про ЯМД і уявлення результатів експертизи в загальному вигляді, та зворотне “розгортання” їх змісту, аж до відомостей про кожну ЛП в окремому випадку надання допомоги.

Важливо підкреслити, що для аналізу результатів експертизи в сукупності випадків можливе застосування найрізноманітніших модифікованих методів статистичного контролю якості процесу: стратифікація, оцінка статистичної стабільності систем, ефективність Парето, діаграма причин результатів (діаграма Ішикаві), статистичний аналіз лікарських помилок.

Саме завдяки застосуванню методів статистичного контролю якості процесів можуть бути прийняті управлінські рішення про характер заходів для поліпшення ЯМД, їх черговість, спрямованість, й оцінена потенційна ефективність таких рішень.

Методи статистичного контролю якості процесу є необхідною складовою концепції Total Quality

Management (TQM) і входять до міжнародного стандарту серії ISO 9000.

### Ефективність медичної допомоги.

Слово “ефективність” застосовується в різних значеннях. Проте очевидно, що це поняття відносне. Говорячи про ефективність, ми порівнюємо деякі стани один з одним (як мінімум – два). Вважатимемо, що порівнюється якість медичної допомоги, котра поняттєво визначена в логіці медичних стандартів (протоколів). Останні, в свою чергу, пов’язані з тим або іншим розміщенням (алокацією) *корисності* в медицині.

Наприклад, говорячи про економіку Робінзона, порівняння станів не викликає особливої складності: в ординалістській теорії корисності припускається, що індивід має спроможність ранжувати (впорядковувати) свої переваги певним чином.

Проте в реальному житті взаємодіють мільйони лікарів і пацієнтів. У цьому випадку ми зіштовхуємося із серйозною проблемою агрегування індивідуальних переваг.

Приймаючи кардиналістський підхід до виміру корисностей та популяційне (контингентне) здоров’я як результат прямого підсумовування їхніх значень у всіх членів суспільства, результат стану *A* буде вважатися більш ефективним у порівнянні з *G*, якщо він (стан *A*) дає більшу суму індивідуальних корисностей, і навпаки. Проте подібний підхід викликає серйозну критику, оскільки він не враховує погіршення становища частини суспільства (причому, можливо, більшої його частини), якщо таке погіршення перекривається з надлишком поліпшенням становища іншої, можливо, меншої його частини.

Оминути таку складність уперше вдалося В. Парето, який запропонував вважати стан *A* таким, якому віддана перевага, порівняно зі станом *G*, якщо хоча б для одного індивіда стан *A* приносить більший рівень корисності, ніж стан *G*, не знижуючи рівень корисності у жодного з інших індивідів.

Тобто, при переході зі стану *A* в стан *G* ніхто нічого не втрачає, а хтось щось і виграє. Стан *A* визначається як *парето-кращий* (такий, якому віддана перевага) у порівнянні з *G*, а стан *G* відповідно як *парето-гірше* у порівнянні з *A*. Звідси перехід зі стану *G* в стан *A* називається *парето-покращенням*, а зворотний перехід – *парето-погіршенням*.

Відмітимо, що критерій Парето, як і будь-який можливий критерій суспільного добробуту, тримається на деяких експертних засадах, що можуть послужити об’єктом дуже серйозної критики. Наприклад, роз-

глянемо суспільство, що складається з одного багатого і ста голодних. Якщо корисність багатого збільшилася, а у голодних залишилася на тому ж рівні, то за критерієм Парето стан поліпшився.

Проте, відсутність необхідності міжособистістних порівнянь у критерії Парето зробило його найменш заперечуваним з усіх запропонованих критеріїв і обумовило широке застосування.

Сформульований критерій зіставлення станів приводить до нового підходу з визначення ефективності. Парето-ефективний стан має властивість, що жодне інше досяжне розміщення лікувальних заходів не може підвищити рівень корисності ні для одного з індивідів без того, щоб знизити його для когось-небудь іншого.

Підкреслимо, що стан є *парето-ефективним*, якщо стосовно нього не існує можливого парето-кращого стану. Відповідно, стан називається *парето-неефективним*, якщо стосовно нього існує парето-кращий стан.

Розглянемо рис. 3, де по осі абсцис показана корисність одного з пацієнтів, а по осі ординат – корисність іншого.

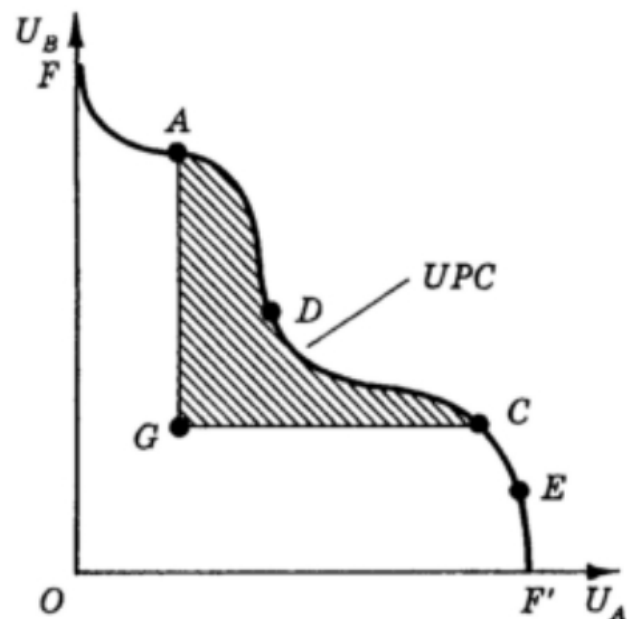


Рис. 3. Крива можливих корисностей.

Область споживчих можливостей містить у собі і криву можливих корисностей. Кожний із пацієнтів може спожити будь-який набір лікувальних впливів у межах їхньої наявної кількості, при цьому хворі можуть виявитися як в ефективному стані, так і в неефективному, тобто недоброти потенційно досяжну медичну допомогу, отже, виявитися лівіше кривої можливих корисностей, допустимо, у точці *G*.

Точка  $G$ , таким чином, показує парето-неефективний стан. Перехід з нього в будь-яку точку на кривій можливих корисностей на ділянці  $AC$  буде парето-покращенням. При цьому перехід із точки  $G$  в точки  $A$  і  $C$  задовольняє тільки слабкому критерію Парето, перехід же в будь-які інші точки відрізка (наприклад, у точку  $D$ ) – сильному критерію Парето. Заштрихована область  $GAC$  показує область можливих парето-поліпшень у порівнянні з положенням у точці  $G$ .

Зрозуміло, що запропонований Парето підхід до оцінки ефективності (відмова від міжособистісних порівнянь добробуту) має свої хиби, що отримали назву *неповноти*.

По-перше, неможливо ранжувати стани на кривій можливих корисностей, тобто розставити за ступенем переваги різні парето-ефективні стани.

Повертаючись до рис. 3 можна сказати, що критерій Парето не дає нам підстав стверджувати, яка з точок  $F, A, D, C, F'$  “краще”. Звідси випливає висновки, що критерій Парето нейтральний стосовно розподілу корисностей між індивідами. У точці  $F$  перший пацієнт отримує все, а другий – нічого, у точці  $F'$  – навпаки, проте обидва випадки належать до парето-ефективних станів. Про них можемо говорити як про *парето - непорівнянні* стани.

По-друге, не завжди критерій Парето дозволяє характеризувати перехід від парето - неефективного до парето-ефективного стану як парето - поліпшення і, відповідно, зворотний перехід як парето-погіршення. Візьмемо, наприклад, перехід із точки  $G$  в точку  $E$  на рис. 3. Точка  $E$  знаходиться на кривій можливих корисностей, отже, характеризує парето-ефективний стан. Точка  $G$ , як ми знаємо, ні. І, проте, цей перехід не є парето-поліпшенням. Щодо точки  $G$ , будь-які можливі переходи на відрізку  $EA$  (за винятком переходу в точку  $A$ ) і  $CF'$  (за винятком переходу в точку  $C$ ) не є парето-поліпшенням.

Розглянуті вище випадки говорять про те, що неповнота критерію Парето виникає всякий раз, коли стан (добробут) одного індивіда поліпшується, а іншого – погіршується при переході з одного стану в інший.

Теорія ефективності Парето ґрунтується на таких ціннісних судженнях, що приймаються як аксіоми.

1. *Байдужість критерію до процесу*. Зосередивши увагу винятково на порівнянні різних станів (алокцій), теорія Парето тим самим вносить достатньо жорстке ціннісне ствердження про байдужність до процесу (механізму), за допомогою якого досягається певний стан. Наприклад, це означає, що не має значення, чи досягається ефективне розміщення за до-

помогою механізму, котрий дозволяє індивідам приймати самостійні рішення, або ж такого механізму, що наказує індивідам, як вони повинні розпоряджатися своєю працею чи які набори благ вони повинні споживати. Інакше кажучи, байдуже, чи ефективна алокація досягається ринковим механізмом, чи централізованою плановою економікою.

2. *Індивідуалізм*. Відповідно до критерію Парето, єдине, що має значення при оцінці того або іншого розміщення, – це її вплив на *індивіда*.

3. *Відсутність патерналізму*. Той факт, що стани оцінюються індивідами винятково на основі власних функцій корисності (переваги), припускає, що індивіди – безумовно, кращі судді (оцінювачі) власного стану здоров'я. Це також дуже жорстке ціннісне судження, що приймається далеко не всіма людьми.

4. *Доброзичливість*. Підхід Парето припускає доброзичливість до індивіда, оскільки, за інших рівних умов, збільшення здоров'я одного індивіда розглядається як поліпшення.

5. *Атомістичність*. Суспільство представляється тільки як проста сукупність окремих індивідів, а не як складне органічне ціле. В цьому, до речі, подібний підхід відрізняється від соціологічного.

Загалом ефективність за Парето припускає виконання трьох умов: а) ефективність у результатах діагностики та лікування; б) ефективність у технологічних процесах діагностики та лікування; в) економічна ефективність.

Інший підхід до оцінки ЯМД пов'язаний із критеріями повторювальності та відтворюваності.

*Повторювальність і відтворюваність*.

Аналіз повторювальності і відтворюваності пов'язаний із точністю дотримання стандартів надання медичної допомоги. В ідеальному випадку всі коливання показників якості діагностики і лікування пацієнтів викликані мінливістю самої клінічної картини захворювання, і лише дуже мала частина залежить від відтворюваності (похибок, внесених методами діагностики і лікування, медичним персоналом) і повторювальності (повторних вимірів).

Аналіз виробничих процесів передбачає можливість для впорядкування планів щодо процедур аналізу якості медичної допомоги з вивчення повторювальності і відтворюваності вимірів, а також обчислювальні процедури для аналізу результатів таких експериментів, у тому числі й методами дисперсійного аналізу.

Можна також побудувати і проаналізувати дані про повторювальність / відтворюваність діагностики і лікування пацієнтів у вигляді стандартної таблиці (рис. 4).



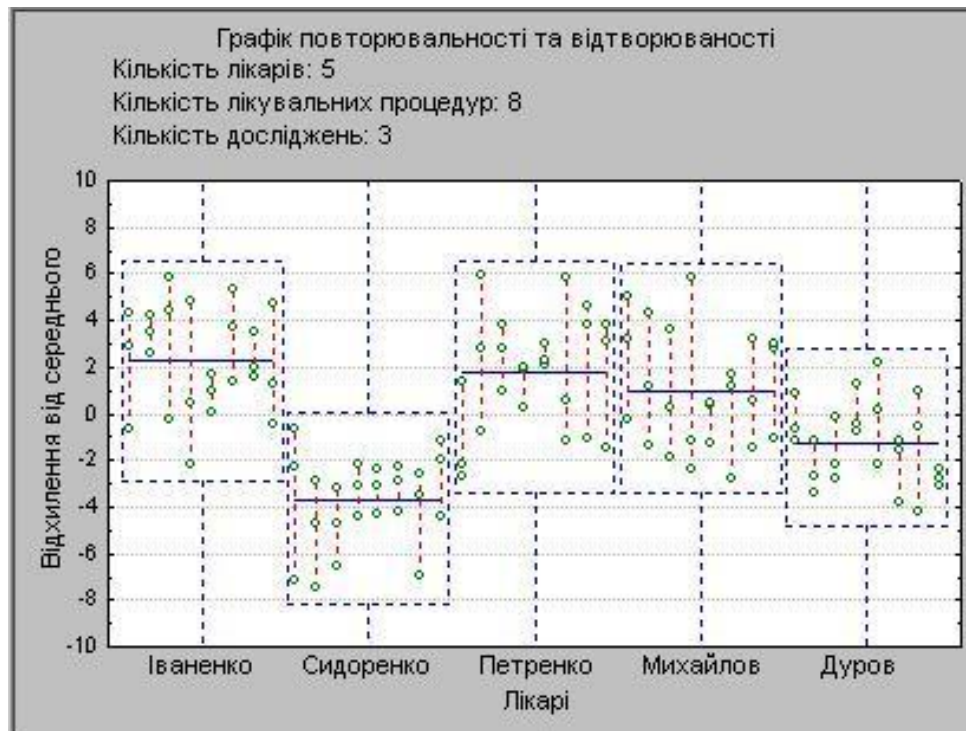


Рис. 4. Графік повторювальності та відтворюваності.

З рисунка бачимо, що аналіз компонент дисперсії повторювальності або варіабельності ефекту лікування у кожного з лікарів можливий (варіації клінічної картини; мінливість, обумовлена методичними особливостями діагностики і лікування (метод лікування, медикаментозна допомога тощо); досвід медичної установи в лікуванні даної патології; особливості індивідуального досвіду лікарів у діагностиці і лікуванні захворювання) тощо. Всі необхідні характеристики можуть бути обчислені за допомогою методу оцінки розмаху варіювання або за допомогою таблиць дисперсійного аналізу. Базуючись на останніх можна оцінити довірчі інтервали для компонент дисперсії. Додаткові статистики для компонент дисперсії повинні містити в собі статистики допустимості, мінливості процесу і загальної мінливості. Важливо також комплексне використання описових статистик, карт розмаху і сигма-карт за лікарями і пацієнтами, діаграм розмаху та підсумкового графіку.

#### Функція втрат Тагучі (Taguchi).

Відомо, що при підході Тагучі ранжуються пріоритети в програмі управління якістю. Стосовно медичних реалій, якість не може більше розглядатися як міра відповідності вимогам відпрацьованих стандартів (протоколів) лікування. Дотримання якості в термінах довірчих меж недостатньо. Необхідно постійно прагнути до оптимального значення, до зменшення розкиду навіть усередині меж, що встановлені стандартами.

Зрештою, мінімальними видаються витрати на обслуговування пацієнтів після їх лікування, тобто мінімізуються витрати, пов'язані з реабілітаційним періодом. Управління, що націлене лише на досягнення відповідності вимогам установлених стандартів, може призвести до своїх специфічних проблем. Водночас, не можна не відзначити, що введення стандартів виявилось дуже корисним і дозволило уніфікувати численні процеси, абсолютно неупорядковані раніше.

Зрозуміло, що необхідний якісно інший підхід, котрий не потребує штучного визначення придатного і непридатного, гарного і поганого, дефектного і бездефектного. Такий підхід, у свою чергу, припускає, що існує найкраще значення, і що будь-яке відхилення від цього номінального значення викликає втрати або складності деякого виду відповідно до типу залежності. Функція втрат Тагучі саме для цього призначена. Графічно функція втрат Тагучі рекомендується у формі, зображеній на рис.5.

Значення показника якості зазначається на горизонтальній осі, а вертикальна вісь показує можливі "втрати" або "шкоди" стосовно значень показників якості. Такі втрати приймаються рівними нулю, коли характеристика якості досягає свого максимального значення. Математичний вид функції Тагучі поданий у заголовку графіка, де  $x$  – значення показника якості, що вимірюється;  $x_0$  – її максимальне значення;  $L(x)$  – значення функції втрат Тагучі в точці  $x$ ;  $c$  – коефіцієнт масштабу.

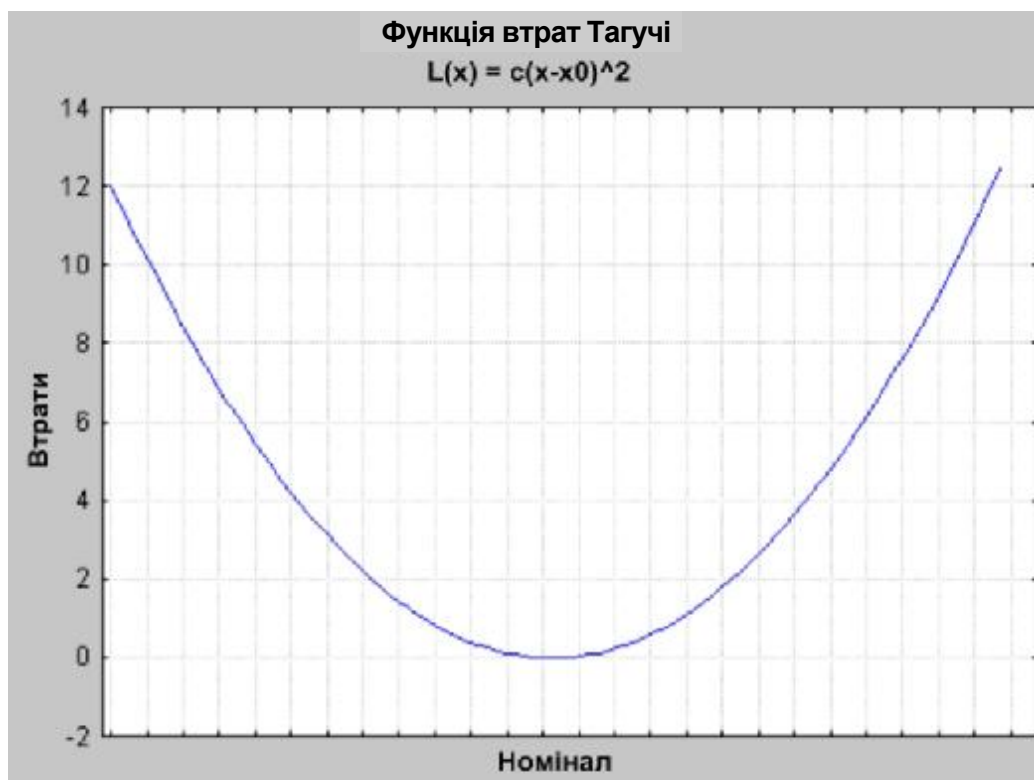


Рис. 5. Графічна функція втрат Тагучі.

**Висновок.** Головною передумовою покращення якості медичної допомоги є зміна системи. Теперішня система охорони здоров'я функціонує в умовах обмежених матеріальних, фінансових та людських ресурсів. Залишається невирішеною проблема забезпечення якісної медичної допомоги та обґрунтуван-

ня її ключових індикаторів. У такій складній ситуації слід застосовувати як традиційні методи статистичного контролю якості процесу, так і "нові" нетрадиційні для системи охорони здоров'я підходи, зокрема описані в цій роботі елементи концепції Парето та функція втрат Тагучі.

#### Література.

1. Харбиев Р.У. Индикаторы качества оказания медицинской помощи (региональный уровень) / Харбиев Р.У., Воробьев П.А., Юрьев А.С., Никонов Е.Л., Авксентьева М.В. // Проблемы стандартизации в здравоохранении. – 2005. – № 5. – С. 24–31.

2. Компендиум по общей социологии. В. Парето / науч. ред. пер. М.С. Ковалева. – 2-е изд. – М.: ГУ ВШЭ, 2007. – 576 с.  
3. Обеспечение качества медицинской помощи: Руководство / под ред. Ю.М. Комарова. – М.: ООО Фирма «РЕИН-ФОР», 2004. – 238 с.

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»<sup>1</sup>, г. Киев,*

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

*State Institution "INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL HEALTH of the Academy of Medical Sciences of Ukraine"<sup>1</sup>, 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's computer modeling have been developed at the realization of operator activity. The questions of computer model's 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 тощо та найтіснішим чином переплетені і взаємодоповнюють один одного [1–5].

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

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

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 комп'ютерного моделювання емоційних станів при здійсненні операторської діяльності.

### **Основна частина**

**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 відображають 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 особистості 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 гармонійному, безконфліктному перебігу процесу, його емоційне забарвлення має більш спокійний 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 відображають відносини між мотивами та реалізацією цих мотивів. У якомусь сенсі вони здатні передбачати ситуації та події, які реально ще не настали, і виникають у зв'язку з уявленнями про пережиті або уявні ситуації. Емоції являють собою часом інерційні стани, що інколи 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 призводить 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 з потребнісно-інформаційною теорією емоцій Сімонова П.В. [15] є три регуляторні функції емоцій: перемикальна, 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 (перемикальна 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. Перемикальна 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 вироб-

ленням негативних емоцій. У процесі життєдіяльності еволюція сформувала спеціальний механізм елімінації таких негативних емоцій, що функціонує залежно 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 привести до посилення відповідних відчуттів. Цим позитивні емоції компенсують недолік незадоволених потреб і служать механізмом перешкоди деградації живої системи та спонукають до її 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 потреби, що виникла, людиною-оператором виробляється певна 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’ю-

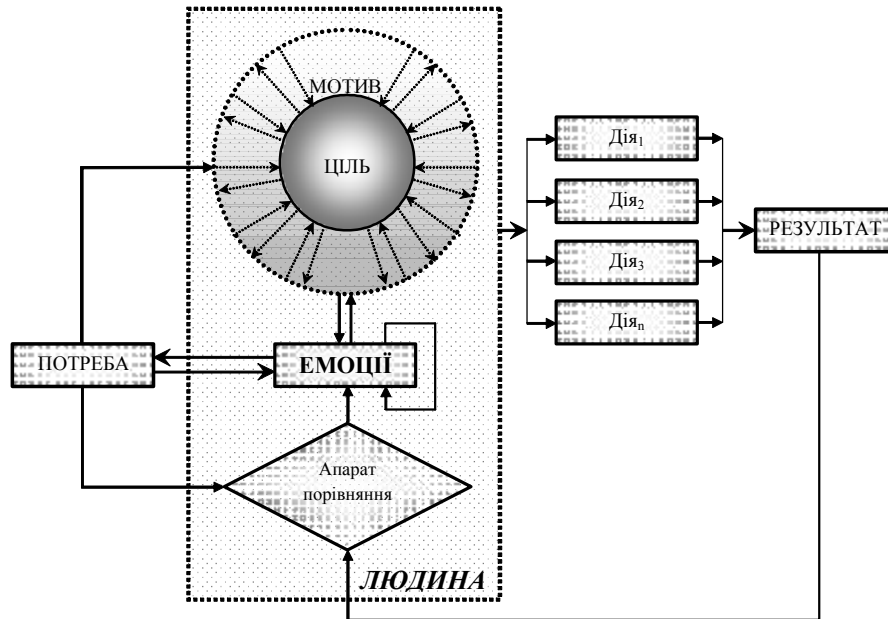


Рис. 1. Структурно-функціональна схема формування в організмі людини певного емоційного стану.

терні ігри), несподівані та різні за силою і спрямованістю впливи (звукові, світлові), неприємні видовища (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; координаційна складність виконання завдання, "розпилення" уваги в умовах гострої зацікавленості у виконанні завдання та ін.), монотонія (виконання дуже простих завдань, що повільно чергуються) і інші. В узагальненому вигляді процедура формування певного емоційного забарвлення операторської діяльності представлена на рис. 2.

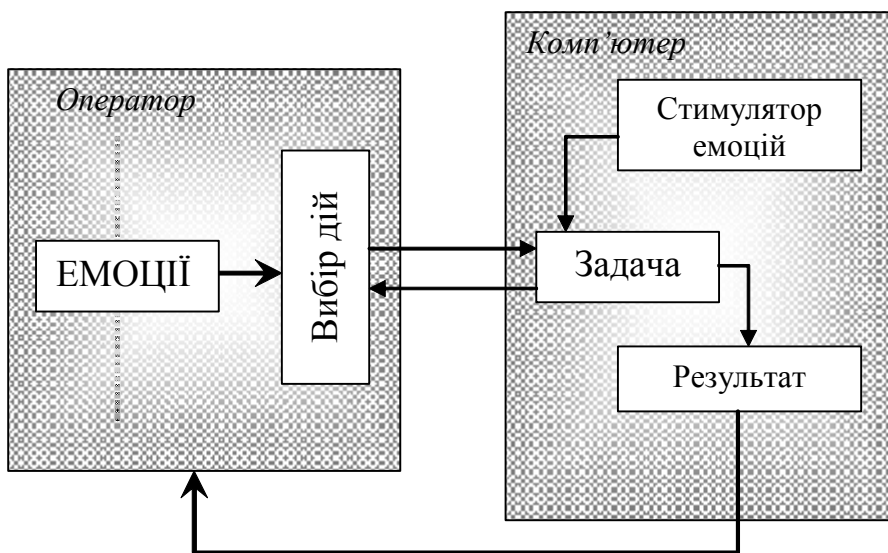


Рис. 2. Структурно-функціональна схема формування емоційних станів при здійсненні операторської діяльності.

У цьому випадку потреба у виконанні операторської діяльності у випробовуваного тим чи іншим способом формується випробовувачем. Важливим елементом здійснення моделювання є "стимулятор емоцій". Цей програмно реалізований апарат є ключовим в органі-

зації процедури емоційного впливу. Серед безлічі таких впливів як один з найефективніших можна вибрати спосіб дезорієнтації випробовуваного шляхом неправильного інформування про успішність виконання пропонуваніх комп'ютером завдань.

Якщо при правильному виконанні завдання індикацію про помилку давати непостійно, а з певною ймовірністю, то у випробовуваного 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 випробовуваному 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 випробовуваному пред'являється слово, що збуджує в нього той або інший афективний спогад. У таких випадках асоціативний процес сильно гальмується, оскільки випробовуваному спадає на думку відразу багато відповідних слів (або жодного слова), які плу-

тають у нього звичайний хід асоціацій. Описаний 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.

Таким чином, на основі аналізу сучасних та класичних літературних джерел було запропоновано підходи до здійснення комп'ютерного моделювання деяких емоційних станів людини, яка інтенсивно опрацьовує 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

1. Карпов А. В. Психология принятия решений в профессиональной деятельности / А.В. Карпов – Ярославль: ЯрГУ, 1991. – 153 с.
2. Котик М. А. Природа ошибок человека-оператора / М.А. Котик, А.М. Смельянов – М.: Транспорт, 1993. – 253 с.
3. Maynard D. C., Hakel M. D. Effects of Objective and Subjective Task Complexity on Performance // Human Performance. – 1997. – V.10, № 4. – P. 303-330.
4. 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.
5. Судаков К. В. Механизмы застойных изменений в лимбо-ретиккулярных структурах мозга при эмоциональном стрессе // Психоэмоциональный стресс / Под ред. В. К. Судакова. – М.: ПИИ им. П. К. Анохина, 1992. – Т. 1. – С. 7-27.
6. Pourtois G., Vuilleumier P. Dynamics of emotional effects on spatial attention in the human visual cortex // Prog. Brain Res. – 2006. – V.156. – P. 67-91.
7. Denson TF., Spanovic M., Miller N. Cognitive appraisals and emotions predict cortisol and immune responses: A meta-analysis of acute laboratory social stressors and emotion inductions. // Psychol. Bull. – 2009. – V. 135, №6. – P. 823-853.
8. Eimer M., Holmes A. Event-related brain potential correlates of emotional face processing // Neuropsychologia. – 2007. – V.45, №1. – P. 15-31.
9. Vuilleumier P., Pourtois G. Distributed and interactive brain

mechanisms during emotion face perception: evidence from functional neuroimaging // Neuropsychologia. – 2007. – V.45, №1. – P.174-194.

10. Rossignol M., Philippot P., Douilliez C. et al. The perception of fearful and happy facial expression is modulated by anxiety: an event-related potential study // Neurosci. Lett. – 2005. – V. 377, №2. – P. 115-120.

11. Небылицын В.Д. К вопросу об общих и частных свойствах нервной системы / В.Д. Небылицын // Вопросы психологии. – 1968. – № 4. – С. 29-43.

12. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии / С.Л. Рубинштейн – СПб: Издательство "Питер", 2000. – 712 с.

13. Леонтьев А.Н. Потребности, мотивы, эмоции / А.Н. Леонтьев // Психология эмоций. Тексты. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. – 288 с.

14. Анохин П.К. Эмоции // Избранные труды. Философские аспекты теории функциональной системы. – М.: Наука, 1978. – С. 311-335

15. Симонов П.В. Потребностно-информационная теория эмоций / П.В. Симонов // Вопросы психологии. – 1982. – № 6. – С. 44-56.

16. Маришук В.Л. Методики психодиагностики в спорте / В.Л. Маришук, Ю.М. Блудов, В.А. Плахтиенко, Л.К. Серова – М., 1984. – 190 с.

17. Лурия А.Р. Диагностика следов аффекта / А.Р. Лурия // Психология эмоций. Тексты. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – С. 225-237.

УДК 612.821

## **ТИПОЛОГІЯ ЗАХИСНИХ МЕХАНІЗМІВ ПСИХІЧНОЇ АДАПТАЦІЇ ТА СХИЛЬНІСТЬ ДО ПСИХІЧНИХ РОЗЛАДІВ**

**С. М. Злепко, В. В. Сергєєва, Л. Г. Коваль, О. Ю. Азархов**

*Вінницький національний технічний університет*

В статті наведено обґрунтування моделі виникнення психосоматичних захворювань, що безпосередньо пов'язані із захисними механізмами особистості. Описаний процес виникнення емоцій та подальший їх розвиток в онтогенезі із зазначенням вікової групи.

**Ключові слова:** особистість, емоційний стрес, адаптація, онтогенез, нервові розлади, механізми захисту, фрустратори.

## **ТИПОЛОГИЯ ЗАЩИТНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПСИХИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ И СКЛОННОСТЬ К ПСИХИЧЕСКИМ РАССТРОЙСТВАМ**

**С. М. Злепко, В. В. Сергеева, Л. Г. Коваль, О. Ю. Азархов**

*E-mail: smzlepko@ukr.net*

*Винницкий национальный технический университет*

В статье приведено обоснование модели образования психосоматических заболеваний, которые непосредственно связаны с защитными механизмами личности. Описан процесс возникновения эмоций и последующее их развитие в онтогенезе с обозначением возрастной группы.

**Ключевые слова:** личность, эмоциональный стресс, адаптация, онтогенез, нервные расстройства, механизмы защиты, фрустраторы.

## **TYPOLOGY OF PROTECTIVE MECHANISMS OF PSYCHICAL ADAPTATION AND PROPENSITY TO PSYCHICAL DISORDERS**

**S. M. Zlepko, V.V. Sergeeva, L.G. Koval, O.Yu. Azarkhov**

*E-mail: smzlepko@ukr.net*

*Vinnitsia national technical university*

The ground of model of formation of psychosomatic diseases which are directly related to the protective mechanisms of personality is resulted in the article. The process of origin of emotions and their subsequent development in ontogenesis with denotation of age group is described.

**Key words:** personality, emotional stress, adaptation, ontogenesis, nervous break-downs, mechanisms of defense, frustratores.

**Вступ.** На сучасному етапі проблема виникнення психоемоційних розладів [1, 2] в умовах постійних конфліктних ситуацій привертає увагу різних фахівців, що обумовлює актуальність цього питання та необхідність його вирішення. Виникнення психосоматичних захворювань безпосередньо пов'язане із захисними механізмами особистості [3]. Одним з найважливіших показників їх ефективності є характер прояву поведінкових реакцій, обумовлених психологічним і особистісним змістом [4]. Цілий ряд характеристик особистості та поведін-

кових реакцій з самого початку впливають на процес адаптації [5, 6].

Вирішення проблеми прогнозування поведінки й оцінки наслідків впливу ситуацій психоемоційного напруження, до яких відносять конфліктні ситуації та психічні розлади, здійснюється провідними спеціалістами на підставі положень теорії адаптації [6] (Г.С. Костюк, Г.О. Балл, А.Г. Маклаков, Ф.Б. Березін).

Теоретичний аналіз цієї наукової проблеми відносно психологічних адаптаційних механізмів особистості виявив надзвичайну їх різноманітність: від ак-



тивних, гнучких і конструктивних, до пасивних, ригідних і дезадаптивних.

**Основна частина.** Мета дослідження полягає у виявленні психічних адаптаційних механізмів, які виникають у біооб'єкта в умовах психологічної напруги, та встановленні особливостей зв'язку цих механізмів з актуальним психічним станом особистості з метою запобігання прояву подальших психічних розладів. Існують чіткі взаємозв'язки між механізмами психологічного захисту, вродженою схильністю до психічного захворювання, домінуючими емоціями і характерологічними особливостями. Адаптація, згідно з Г.Гартманом, включає процеси, пов'язані із конфліктними ситуаціями, і ті процеси, які входять у вільну від конфліктів, сферу Я [7].

Психологічний захист [1] – це спеціальна система стабілізації особистості, яка спрямована на зняття психологічного переживання, поєднаного з внутрішнім і зовнішнім конфліктами та формується у процесі

онтогенезу особистості, у міру її розвитку. Він обумовлений психічними функціями, які регулюють інтерперсональну взаємодію людини з іншими людьми [8].

Ослер у 1910 р. (див.: Eysenc, 1985) та Александер (див.: Suls, Rittenhouse, 1987) одні із перших дослідників, які припустили існування зв'язку хвороб з певним психічним складом особистості, темпераментом, тобто про існування психосоматичних захворювань, які обумовлені певними особистісними особливостями.

Згідно з класифікацією особистостей М. Келлермана і Р. Плутчика [1, 9] існує декілька базових вроджених схильностей до психічних захворювань, названих ними диспозиціями, кожна з яких зв'язана з певною емоцією, що продукує певний захисний механізм. Вроджена схильність до психопатології під дією механізмів психологічного захисту та домінуючих емоцій формує характерологічні особливості особистості (табл. 1).

**Таблиця 1.** Характеристика особистісних розладів та типологія їх психологічних захисних механізмів

Типи особистості	Ймовірні нервові розлади		Характерні особливості	Типи захисту
	Код DSM-III-R <sup>3</sup>	Тип розладу		
Пильний	301.00	Параноїдний	Недовірливість через невиправданий страх, уразливість, миттєва реакція гніву, контратака, тривале переживання почуття незадоволення, обуреність, мстивість і т. п.	Проекція
Відлюдник	301.20	Шизоїдний	Відчуженість, прохолодність, повна байдужість до соціальних взаємодій та звуження рівня емоційних переживань і емоційної виразності, тривоги з приводу базальної безпеки, замкнутість, емоційна холодність і т. п.	Дистанційованість задля збереження своєї безпеки, ізоляція
Ідіосинкратичний	301.22	Шизотиповий	Надмірний соціальний страх, ілюзії, ексцентрична поведінка, неадекватне абстрактне мовлення та афект, підозріливість, параноїдні ідеї і т.п.	Надмірний страх та соціальний дискомфорт
Авантюрний	301.70	Антисоціальний	Провокування бійок із застосуванням зброї, прояви фізичної жорстокості до тварин та людей, неспроможність узгоджувати свою поведінку з соціальними нормами, дратівливість, зневажливе ставлення до власної або чужої особистої безпеки і т.п.	Агресія, заміщення
Діяльний	301.83	Пограничний (межовий, активність на грані зриву)	Нестабільності настрою, напруженість міжособистісних стосунків і самоусвідомлення, імпульсивність, афективна нестабільність, помітні зміни настрою від нормального до депресії, дратівливості чи страху, безконтрольна гнівливість, постійна злостивість, виражені і стійкі порушення ідентифікації, хронічне відчуття спустошеності або нудьги і т.п.	Неадекватний за інтенсивністю гнів, заміщення

Драматичний	301.50	Гістрионний (Істероїдний, неприродне акторство)	Надмірна емоційність та пошук уваги, недоречно поведінка, неадекватно надмірне виявлення швидкоплинних і поверхових емоцій, егоцентризм і т.п.	Намірний прояв неадекватної емоційності
Самовпевнений	301.81	Нарцисичний	Реагування на критику з почуттям гніву, сорому або приниження, вияв схильності до експлуатації, почуття володіння особливими правами, вимагання постійної уваги та захоплення, брак співпереживання, почуття заздрості, зарозумілість, зверхність поведінки та установки і т.п.	Перфекціонізм
Чутливий	301.82	Тривожний (унікаючий)	Переважає страху негативної оцінки, боязкості, вразливості до критики і несхвалення, ухиляння від соціальної і професійної активності, стриманість у соціальних ситуаціях, схильність перебільшувати потенційні труднощі і т.п.	Уникання
Відданий	301.60	Залежний	Неможливість прийняття самостійного пересічного рішення, почуття дискомфорту, спустошеності і безпорадності на самоті, легка вразливість і т.п.	Компенсація
Добросовісний	301.40	Нав'язливо-примусовий (обсесивно-компульсивний)	Надмірне прагнення до досконалості у всьому, негнучкість, бажання бездоганності, нерішучість при прийнятті рішення, наполегливість в роботі, звуження вираженості афекту, надмірна сумлінність, скрупульозність, брак щедрості, ригідність, впертість, наявність постійних сумнівів і т.п.	Підконтрольний гнів, інтелектуалізація
Безтурботний	301.84	Пасивно-агресивний	Умисно повільне або погане виконання роботи, дратівливість, похмурість, схильність до скандалів, зневажливість і т.п.	Пасивна агресія
Агресивний	301.90	Садистський	Переважає жорстокої, принижуючої агресивної поведінки, задоволення від використання фізичного та психічного насильства, захоплення насильством, обмеження незалежності близьких людей і т.п.	Надмірна агресія, заміщення
Альтруїстичний	301.90	Самопринизувальний	Свідомий вибір людей і ситуації, які призводять до розчарування та невдачі, депресій, частих почуттів провини, принесення себе в жертву, інтровертованість, заснована на заниженій самооцінці і т.п.	Негативні емоції, спровоковані страхом, компенсація
Серйозний	DSM-IV	Депресивний	Переважає постійного пригніченого, похмурого, сумного настрою, критичності та звинувачування по відношенню до себе, песимістичної налаштованості та почуття провини і т.п.	Інтроекція та обернення проти себе, компенсація

За характером фрустраторів, проти яких спрямовані захисні механізми, їх поділяють:

- 1) захисні механізми, спрямовані проти зовнішніх фрустраторів [6];
- 2) захисні механізми, спрямовані проти внутрішніх фрустраторів [6].

Поняття захисних механізмів було введено Зигмундом Фройдом для “загального позначення техніки, яку Его використовує в конфліктах, які можуть призвести до неврозів” [11].

А.Фройд [6] запропонувала вважати захисними наступні примітивні “психодинамічні” механізми, що

направлені проти внутрішніх фрустраторів: 1. Витіснення (пригнічення); 2. Регресія; 3. Утворення реакції; 4. Ізоляція [6, 12]; 5. Заперечення (анулювання) дії, що відбулася; 6. Проекція; 7. Інтроєкція; 8. Звернення на власну особистість; 9. Перетворення на свою протилежність; 10. Сублимація [12].

Механізми, направлені проти зовнішніх фрустраторів [6]: 11. Втеча (рос. уход) від ситуації; 12. Заперечення; 13. Ідентифікація; 14. Обмеження Я;

15. Раціоналізація; 16. Фантазія; 17. Конверсія; 18. Символізація; 19. Переміщення.

У Діагностичному та статистичному керівництві з душевних хвороб (DSM-IV), оприлюдненому Американською асоціацією психіатрів (1994), орієнтовна категоризація захисних механізмів базується на ієрархічному розподілові Вейланта.

Автори класифікують захисні механізми за трьома показниками [5] (рис. 1):

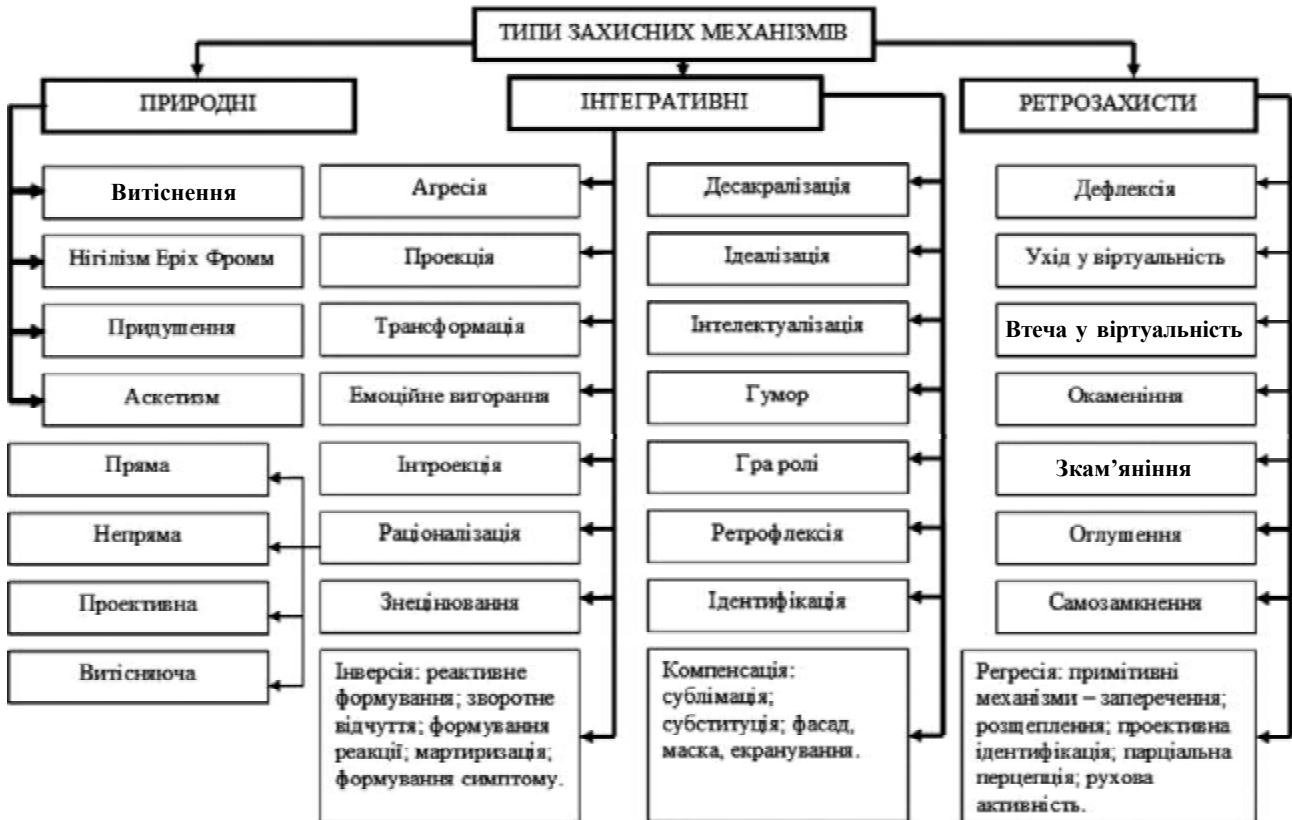


Рис. 1. Типи захисних механізмів особистості.

1) захисти, які опосередковують сприйняття інформації – “природні” – блокування інформації, несвідоме виключення її зі сфери свідомого.

2) захисти, які опосередковують різноманітні форми викривлення (трансформації) інформації – “інтегративні” – пов’язані з несвідомою оцінкою змісту небажаної для психіки інформації, її змінами, неадекватністю оцінки.

3) захисти, що базуються на первинних примітивних формах психічних проявів – “ретрозахисти” – використовують механізми, які виникли в дитинстві, практично без змін.

Дія механізмів психічного захисту суб’єкта починається з моменту відчуття тривоги, напруженості, внаслідок зіткнення конфліктуючих імпульсів. Вся захисна активність суб’єкта спрямована на збереження себе від переживання психоемоційної напруги

і незадоволення та послаблення тривоги. У психології під тривогою [1] розуміють генералізований дифузний емоційний стан, який виникає у ситуації невизначеної небезпеки і проявляється в очікуванні несприятливого розвитку події. А.Фройд мотивує їх появу трьома основними типами тривоги, які здатний пережити суб’єкт: інстинктивну тривогу, об’єктивну та тривогу свідомості (рис. 2).

Інстинктивна тривога зумовлюється неможливістю реалізувати потреби, потяги суб’єкта. Об’єктивна тривога зумовлюється значущістю об’єктів навколишнього світу і слабкістю суб’єкта. Тривога свідомості викликається реальною зовнішньою загрозою [1, 9]. Інстинктивна, об’єктивна та тривога свідомості є початковими елементами виникнення та подальшої дії захисних механізмів психічної адаптації людини.

Початково захист виконує епізодичну, ситуативну ролі, та у випадку результативності його прояву психіка проявляє тенденцію до фіксації на тому способі, який у попередній ситуації сприяв розрядці напруги, знімав тривожність, тобто – оптимізував стан суб'єкта. Тоді і стає ситуативна захисна реакція тен-

денційною і, закріплюючись, стабілізується на рівні механізму [9].

За категоризацією Джорджа Вейланта (1977) [8] та психоаналітичною теорією розвитку за Фройдом, захисти вистроюються в континуум відповідно до рівня психоаналітичного розвитку (рис. 2). На рівні

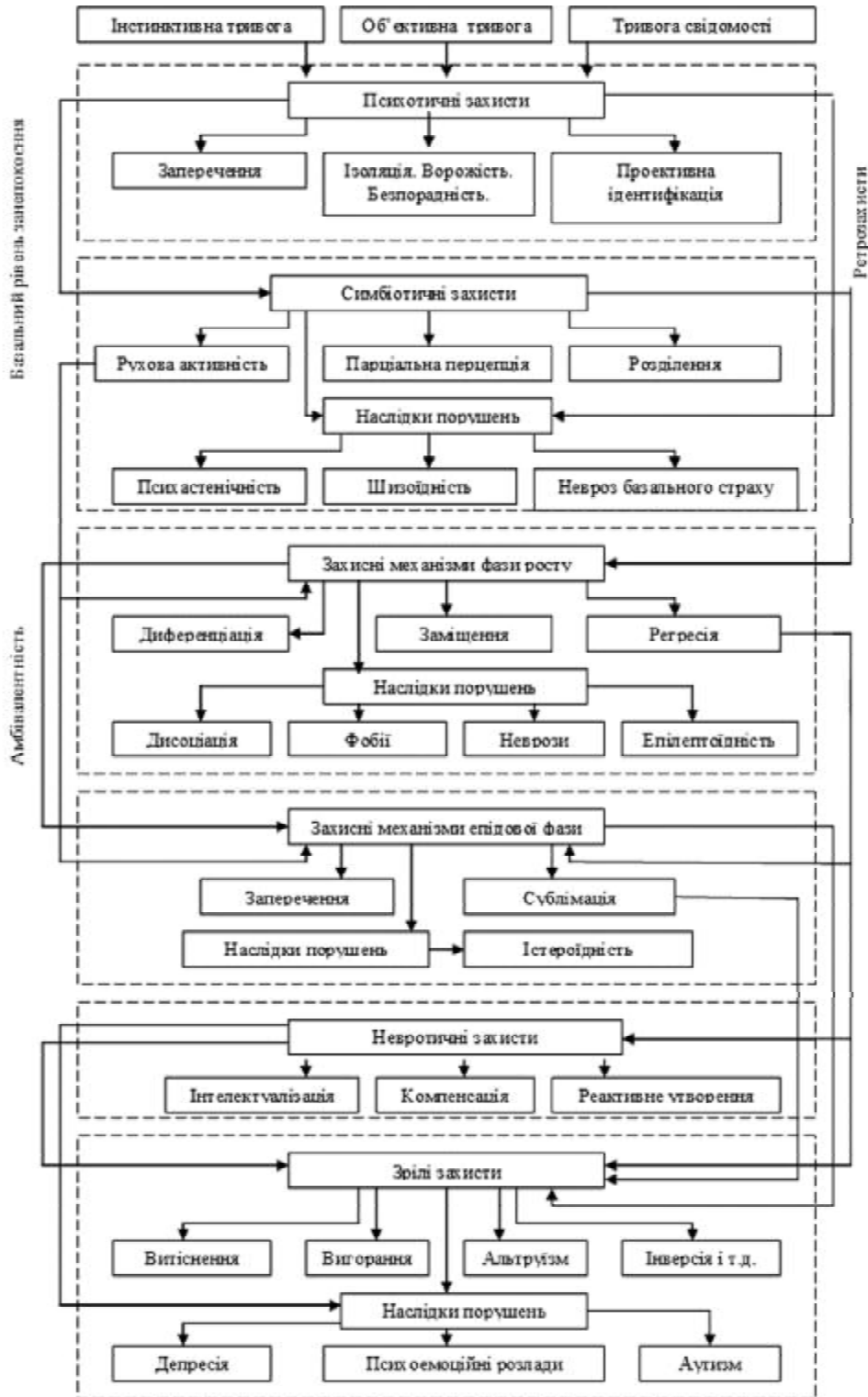


Рис. 2. Модель виникнення захисних механізмів психічної адаптації та наслідки їх порушень.

базального занепокоєння виникають примітивні психотичні захисти (психотичне заперечення).

На першій, симбіотичній фазі [9] (перший рік і половина другого року життя) (рис. 2) основне значення має радість одержання від інших, емоційне прийняття себе, довіра до світу. Невирішені внутрішні конфлікти цього періоду можуть пізніше, у зрілому віці, призводити, згідно з Е. Еріксоном, до аутизму та депресії. Симбіотичними захисними механізмами даної фази є парціальна перцепція, розділення, рухова активність.

В другій, фазі росту [9] (від півтора-двох років до трьох років життя) (рис. 2) у дитини виникає уміння розуміти подвійності, спостерігається диференціація функцій, емоційна довіра, співпереживання, чутливість до відносин у родині, ідентифікація себе зі значимими членами родини, виділення себе із системи міжособистісних відносин, автентичність, категоризація позицій у ситуації, орієнтування в амбівалентних переживаннях, здатність “бути різним”. Наслідок порушень на амбівалентній стадії – дисоціація, невроз нав’язливих станів, патологія самоконтролю, фобії та епілептоїдність – емоційна в’язкість, напруженість, агресивність, затяжні афективні реакції.

Третя, фалічна фаза [9] (між трьома-чотирма і приблизно шістьма роками життя) (див. рис. 2) проявляється істероїдністю – сугестивністю, нездатністю до вольових зусиль, сенсорною спрагою, “спрагою визнання”. Захисні механізми даного періоду – сублімація та заперечення. Згідно з Джорджем Вейлантом [8], всі вищеназвані захисти психоаналітичного розвитку за Фройдом є незрілими, до них також належать і такі захисти як фантазія, проєкція, пасивна агресія, відігривання.

Невротичними захистами [8] підлітків є інтелектуалізація, формування реакції, розщеплення, заміщення, репресія, компенсація. Дослідниками встановлено, що до основних захисних поведінкових реакцій підлітків відносять: відмову, опозицію, імітацію, емансипацію. З подальшим формуванням особистості підлітка з’являються більш зрілі психологічні захисні механізми, в реалізації яких беруть участь психічні функції відсприй-

няття та емоцій до пам’яті і мислення, а саме: заперечення, витіснення, пригнічення, заміщення, раціоналізація, регресія, реактивне утворення, гумор, сублімація, витіснення, альтруїзм, очікування [17].

Згідно з Хорні [8], відсторонений тип особистості (табл. 1) є першим типом базального конфлікту, основним захисним механізмом якого є ізоляція. Найбільш очевидна особливість людей цього типу – загальне відчуження від людей. Іншою специфічною рисою є відчуження від себе, тобто нечутливість до емоційних переживань, невизначеність у собі. Ключовим моментом є їхня внутрішня потреба встановлювати емоційну дистанцію, свідомо і несвідомо рішучість відокремлення від людей.

Агресивна диспозиція (див. табл. 1) особистості демонструє тенденції рухатися “проти людей” [8], основною емоцією є гнів, а захисними механізмами – ворожість та заміщення.

Поступливий, безпорадний (див. табл. 1) індивід приймає свою безпомічність і цілком покладається на інших. Основними характерними особливостями є слабкість вольового контролю та імпульсивність, нездатність самостійно приймати рішення. Захисним механізмом даного типу є регресія.

**Висновки.** В процесі постійно повторюваної напруженої психоемоційної ситуації, функцію стабілізації виконують переважно інтрапсихічні захисні механізми, що пов’язано з обмеженістю арсеналу адаптаційних захистів, соціальною незрілістю, психологічною занедбаністю особистості біооб’єкта, а також наявністю високого рівня психоемоційного напруження, який обумовлює їх запуск. Психологічний захист – це окремий випадок стратегії поведінки, що є водночас адаптаційним механізмом психічної саморегуляції в конфліктній ситуації. Вивчення їх має велике значення для прогнозування психоемоційних розладів. Вибір адаптаційних захисних механізмів залежить від особливостей актуального психічного стану особи. Психічні захисти покликані забезпечити психічну рівновагу суб’єкта, знизити рівень тривоги, напруження. Це вдається у результаті витіснення конфліктогенного змісту за межі свідомості.

#### Література

1. Грановская Р. Элементы практической психологии / Грановская Р. М. – Л. : ЛГУ, 1984. – 320 с.
2. Бассин Ф. Сознание «бессознательное» и болезней / Ф. В. Бассин // Вопросы философии. – 1971. – № 9. – С. 90-92.
3. Encyclopedia of Psychology / H.J.Eysenck, W.Arnold, R.Meili (EDS.). – Vol. 1 – N-Y : Herder&Herder, 1972. – P. 25.
4. Блюм Г. Психоаналитические теории личности / Г. Блюм.

– М. : КСП, 1996. – 247 с.

5. Демина Л. Психическое здоровье и защитные механизмы личности : учебное пособие / Л. Д. Демина, И. А. Сальникова. – М. : 1999. – 270 с.

6. Налчаджян А. А. Социально-психическая адаптация личности / А. А. Налчаджян. – Ереван : Издательство АН Армянской ССР, 1988. – 240 с.

7. Hartmann H. Ego psychology and the Problem of adaptation / H. Hartmann. – N.-Y., 1958. – P. 10.
8. Український центр політичного менеджменту [Електронний ресурс] // Політик. – Режим доступу: <http://www.politik.org.ua>. — Назва з екрану.
9. Фрейд А. Психология “Я” и защитные механизмы / А. Фрейд. – М., 1993. – 141 с.
10. Janis I. a.o. Personality. Dynamics, development, and assessment / I. Janis a.o. – N.-Y., 1969. – Ch. 20; Soback H. The Psychoanalytic Theory of Defensive Processes, A critical survey / H. Soback. – N.-Y., 1973. – Ch. 7.
11. Freud A. Das Ich und die Abwehrmechanismen / A. Freud. – L., 1946. – 120 p.
12. Фрейд З. Лекции по введению в психоанализ / З. Фрейд. – М.-Пг., 1923. – 316 с.

УДК 61:002.51.6:681.31:51:31

## СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ Й АНАЛІЗУ МЕДИЧНИХ ДАНИХ

О.В. Гойко

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

У статті висвітлюється проблема наукового аналізу медичних даних з використанням сучасних технологій. Даються деякі рекомендації щодо вибору методу обробки та програмного забезпечення, підготовки даних для комп'ютерного аналізу та обробки даних медичних спостережень.

**Ключові слова:** комп'ютерний аналіз, сучасні технології аналізу даних, математичні методи обробки, пакети прикладних програм.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ

О.В. Гойко

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

В статье освещается проблема научного анализа медицинских данных с использованием современных технологий. Даются некоторые рекомендации относительно выбора метода обработки и программного обеспечения, подготовки данных для компьютерного анализа и обработки данных медицинских наблюдений, а также представления и интерпретации полученных результатов.

**Ключевые слова:** компьютерный анализ, современные технологии анализа данных, математические методы обработки, пакеты прикладных программ.

## MODERN TECHNOLOGIES PROCESSING AND ANALYSIS OF MEDICAL DATA

Gojko O.V.

*National Medical Academy of Postgraduate Education named after P.L.Shupyk*

In the article the problem of scientific analysis of medical data lights up with the use of modern technologies. Some recommendations are given in relation to the choice of method of treatment and software, preparation of information for a computer analysis and treatment of these medical supervisions.

**Key words:** computer analysis, advanced data mining technology, mathematical methods of processing, application packages.

**Вступ.** Проблема наукового аналізу медичних даних з кожним днем стає все більш актуальною, оскільки питання, що виникають у лікарів при прийнятті правильного рішення, стають все складнішими. Знайти ці рішення можна лише після обробки й аналізу достатньо великих інформаційних масивів.

В основі обробки й аналізу даних лежать математичні методи, що здебільшого є незмінними вже протягом багатьох десятиліть. Відповідно незмінними залишаються й загальні принципи та послідовність дій при обробці даних, проте технологія обробки даних міняється, і досить істотно. Листок паперу, олівець та калькулятор, якими користувалися раніше,

відійшли в минуле, їм на зміну приходять нові сучасні технічні засоби, які удосконалюються надзвичайно швидкими темпами. В останні роки обробка й аналіз будь-якої інформації стають не просто неможливими, а й недопустимими без використання комп'ютерів і відповідного сучасного програмного забезпечення.

Комп'ютерний аналіз медичних даних припускає деяке математичне перетворення даних за допомогою певних програмних засобів, а отже користувачу необхідно мати уявлення не лише про математичні методи обробки даних, а й про відповідні програмні засоби.

© О.В. Гойко

Незважаючи на те, що статистичні методи за останні півстоліття істотно не змінилися, завдяки використанню комп'ютерів значно розширилося коло застосування цих методів.

Разом з тим, відповідне програмне забезпечення за цей час істотно змінилося. Зі зміною поколінь ЕОМ мінялися й покоління програмних засобів обробки даних. І якщо можливості перших ЕОМ з аналізу

даних не перевершували можливості сучасних середніх калькуляторів, то в 70-і роки вже з'явилися пакети прикладних програм, які містили практично всі ті математичні методи обробки, які входять до складу й сучасних пакетів (SSP, BMDP, SPSS, Statistica тощо). Подальший розвиток пакетів здійснювався шляхом вдосконалювання технології й аналізу (табл.1).

**Таблиця 1.** Хронологія розвитку пакетів прикладних програм для обробки й аналізу даних

Роки	Основні пакети аналізу даних	Операційні системи
1970-1985	SSP, BMDP, SAS	
1985-1995	Statgraphics, STATA, SAS, Systat, STADIA, МЕЗОЗАБР, САНІ, Евріста, Клас-майстер тощо	DOS
1995-2009	Statgraphics Plus, SAS, SPSS, Statistica, Excel тощо	Windows

Удосконалювання технічних засобів призводить до зміни технології обробки даних. У ті порівняно недавні часи, коли обробка даних здійснювалася вручну, найбільш трудомістким процесом був етап самих статистичних обчислень і розрахунків за різними формулами. І цілком природно, що на цьому етапі була зосереджена увага фахівців, а тому пропонувалися різні спрощені варіанти розрахунків, більш прості методи, спеціально пристосовані для ручного рахунку тощо. Потім, з появою перших комп'ютерних пакетів, технологія ґрунтувалася на принципі командного рядка й вимагала досить пристойних знань не лише статистики, а й володіння комп'ютером на рівні програміста. Далі розвиток пішов шляхом використання меню готових процедур, що різко знизило вимоги як до знання статистики, так і до володіння комп'ютером. Останнім часом продовжується поліпшення інтерфейсу з користувачем, активніше використовується графічний підхід, особливо важливого значення набуває візуалізація даних, що ще більше полегшує обробку даних.

Завдяки використанню комп'ютерів, обчислювальний етап став найменш трудомістким, полегшилися й інші етапи обробки даних. На перше місце по відносній трудомісткості вийшли такі етапи, як: освоєння статистичного пакета, підготовка даних до аналізу, попередній аналіз даних; інтерпретація результатів. Все це в цілому привело до зміни технології обробки й аналізу даних. При цьому для застосування основних методів обробки даних від виконавця потрібно лише виконання певних статистичних правил і грамотне використання обраного ним пакета. Лікареві не потрібно заглиблюватися в складність математичних визначень, а варто лише зрозуміти, для чого і як ці методи використовуються.

На практиці для лікаря на сьогоднішній день обробка й аналіз даних зводиться до вирішення наступних завдань:

- мати уявлення про основні статистичні методи;
- освоїти відповідний пакет, що буде використовуватися для аналізу й обробки даних;
- провести власне цей аналіз та вміти правильно інтерпретувати отримані результати.

Що стосується першого завдання, а саме – уявлення про основні статистичні методи, то слід нагадати, що саме від коректності й грамотності застосування статистичних методів залежить правильність зроблених висновків і відповідно об'єктивність в прийнятті рішення.

Довгий час обробка й аналіз медичних даних залишалися привілеєм фахівців, тому що глибоке розуміння сучасних методів аналізу даних вимагає серйозної математичної підготовки. Ідеальним варіантом є випадок, коли людина, добре знаючи математичну статистику, застосовує комп'ютерні методи для аналізу своїх даних. Однак для того, щоб глибоко знати статистичні методи, необхідна спеціальна математична підготовка в обсязі вузівського курсу, що нереально для лікаря, оскільки підготовка в галузі прикладної статистики у медичних вузах для лікарів-дослідників явно недостатня. Звичайно, ці прогалини слід заповнити і необхідні уявлення про основні статистичні методи медичним працівникам необхідно мати. Не дивлячись на те, що є чимало підручників [1-3, 5, 8, 10, 11], в яких описані статистичні методи, на нашу думку, найбільш вдало цей матеріал викладено у навчальному посібнику Мінцера О.П. і співавт. "Оброблення клінічних і експериментальних даних у медицині", що виданий у 2003 році [14]. В ньому досить повно і детально і, найголовніше, зрозумілою для медиків мовою викладені різні аспекти обробки й аналізу медичних даних, наводяться медичні приклади використання тих або інших методів.

Основні математичні методи обробки й аналізу даних, які найчастіше використовуються при типових медичних дослідженнях, подаються у табл. 2.



**Таблиця 2.** Основні математичні методи обробки й аналізу даних, які використовуються при типових медичних дослідженнях

Джерело інформації, завдання дослідження	Методи обробки й аналізу, які використовуються для реалізації поставлених завдань
<i>Опитувальники, анкети, тести</i> Обстеження стану здоров'я; думка того, кого обстежують; історії хвороби Виявлення прихованих взаємозв'язків	Кореляційний аналіз, метод автоматичної класифікації тощо Факторний аналіз
Скринінгові обстеження	Дискримінантний аналіз, кластерний аналіз, методи розпізнавання образів
<i>Історії хвороби</i> Клінічні обстеження, лікування та реабілітація хворих; ускладнення при лікуванні. Дослідження ефективності різних процедур, вивчення зв'язків між процедурами та їхніми наслідками	Кореляційний аналіз, дисперсійний аналіз, регресійний аналіз Методи оцінювання гіпотез, регресійний аналіз
<i>Медико-статистичні дані</i> Дослідження захворюваності, динаміка захворюваності, виявлення періодичності захворюваності	Методи аналізу випадкових процесів, спектральний аналіз, математичне моделювання
<i>Експерименти</i> Лабораторні експерименти й досліди на тваринах при заданих умовах	Методи планування експериментів, регресійний аналіз, дисперсійний аналіз, багатомірний статистичний аналіз, методи математичного моделювання
<i>Клінічні дослідження</i> Порівняльні лікувальні дослідження, аналіз виживаності й спадковості з урахуванням належності пацієнта до певної групи, вивчення дозування препаратів Розробка методів діагностики	Дисперсійний аналіз, регресійний аналіз, дискримінантний аналіз, методи оцінювання гіпотез Дискримінантний аналіз, кластерний аналіз, методи розпізнавання образів
Дослідження механізмів дії патогенних факторів	Дисперсійний аналіз, регресійний аналіз, методи математичного моделювання
<i>Клінічні лабораторні дані</i> Зберігання, збір і передача клінічної інформації, аналіз якості й надійності лабораторних досліджень, догляду за пацієнтами	Дисперсійний аналіз, регресійний аналіз

Однак, досить часто заздалегідь важко визначити, який метод дасть найкращий результат. Тому варто передбачити можливість застосування різних способів обробки даних, що при використанні комп'ютерного аналізу стає набагато простішим.

Що стосується другого завдання, а саме – освоєння пакета аналізу, за допомогою якого буде здійснюватися обробка й аналіз даних, то слід зазначити, що це один з найбільш трудомістких етапів обробки даних. Сьогодні вже ніхто не проводить статистичний аналіз експериментальних даних вручну, зараз з цією метою використовуються різноманітні комп'ютерні пакети прикладних програм.

Більшість комп'ютерних статистичних програм не є чисто медичними прикладними програмами, оскільки більшість методів статистичного аналізу є універсальними й можуть застосовуватися не лише в різних галузях медичної статистики, але й у найріз-

номанітніших галузях людської діяльності. Наприклад, з погляду формальної логіки статистичний прогноз інфекційної захворюваності й прогноз курсу долара – це та ж сама задача, а тому вона може вирішуватися за допомогою одних і тих же пакетів прикладних програм.

На сьогоднішній день число пакетів для обробки інформації досягає кількох десятків, серед яких зарубіжні пакети, такі, як: SYSTAT, STATGRAPHICS, BMDP, SPSS, SAS, CSS, Statistica, а також вітчизняні: STADIA, ЕВРІСТА, МЕЗОЗАВР, САНІ, КЛАСС-МАСТЕР, СИГАМД тощо.

Основну частину наявних пакетів для обробки даних можна віднести до трьох категорій: спеціалізовані пакети, пакети загального призначення і професійні пакети.

*Спеціалізовані пакети*, як правило, містять методи з одного-двох розділів статистики або методи, що

використовуються в конкретній предметній галузі (наприклад, *Мезозавр* — програма аналізу часових рядів). Спеціалізовані пакети застосовуються для вирішення вузького кола завдань з використанням спеціальних методів статистичного аналізу. Експлуатація цих програм вимагає високого рівня підготовки користувача в галузях певних розділів статистики.

*Пакети загального призначення* або універсальні (Statistica, SPSS, Діастат, STADIA, STATGRAPHICS, SYSTAT, Excel) є найбільш зручними для користувача-початківця завдяки відсутності орієнтації на специфічну предметну галузь, широкому діапазону статистичних методів і дружньому інтерфейсу користувача. Вони більш доступні для практики й можуть використовуватися широким колом фахівців різного

профілю. Практично всі задачі, що стосуються обробки й аналізу медико-біологічних досліджень, можуть бути вирішені за допомогою універсальних пакетів, зокрема Statistica [4, 5] та Excel [12].

*Професійні пакети* призначені для користувачів, які мають справу із надзвичайно великими обсягами даних або вузькоспеціалізованими методами аналізу.

Особливістю будь-якого пакета статистичних програм є видача великої кількості інформації, що описує результат статистичного аналізу. Практично всі статистичні пакети забезпечують широкий набір засобів візуалізації даних: побудова графіків, дво- і тривимірних діаграм, а часто і різноманітні засоби ділової графіки.

Характеристики основних пакетів для обробки й аналізу даних наведені у табл. 3.

**Таблиця 3.** Характеристики основних статистичних пакетів

Характеристика	Statgraphics Plus	SPSS	Statistica	Excel
Фірма	Manugistics	SPSS	StatSoft	Microsoft
Версія	3,2	15,0	6,0	2007
Рік розробки	2003	2007	2007	2007
Рік 1 версії	1983	1975	1990	1996
Обсяг пакета, МБ	14,5	26,3	16,3	
Доступність	4	3	2	1
Русифікованість	—	-/+	-/+	+
Число процедур	>250	>250	>250	19
Простота освоєння	3	4	2	1
Література	+	—	+	+
Навчання на кафедрі	—	—	+	+
Зручність роботи	2	4	3	1
Візуалізація	2	3	1	4

Цифри 1-4 у таблиці відображають експертну оцінку переваг одного пакета перед іншим (1 – вищий ступінь).

Так, пакет Statgraphics розроблявся для роботи в середовищі DOS, а потім був адаптований до операційної системи Windows і отримав нову назву Statgraphics Plus. За своїми характеристиками пакет займає проміжне місце між SPSS і Statistica.

Пакет SPSS створювався ще для “великих” машин і послідовно переводився для роботи в середовищі DOS, а потім Windows. Пакет добре відпрацьований, наближається за своїми можливостями до професійних пакетів, і реалізація статистичних процедур добре пристосована до практичної роботи.

Пакет Statistica спеціально створювався для роботи в середовищі Windows. Відрізняється найбільш розвиненим інтерфейсом і багатими графічними можливостями.

Електронна таблиця Excel найбільш поширена і, як правило, використовується при найпростішому статистичному аналізі даних. Важливою перевагою пакета Excel є його русифікованість, а також доступність, оскільки він встановлюється автоматично при інсталяції пакета MS Office. Тому пакет Excel найчастіше використовується при оформленні результатів роботи.

Слід зазначити, що всі ці пакети постійно оновлюються і з кожним роком з’являються їх нові версії.

При виборі пакета для аналізу даних можна виділити два аспекти: а) початковий вибір пакета аналізу; б) поточний вибір при переході на більш сучасний, більш потужний пакет. Підходи в обох випадках дещо відрізняються.

У першому випадку на вибір накладаються такі обмеження:

1. Можливості комп’ютера.

2. Можливості одержання установчої версії пакета.
3. Характеристики пакета.

По першому пункту – варто вибирати найсучасніші версії пакетів із тих, що можуть бути встановлені на наявний комп'ютер. Другий пункт очевидний – вибирати можна з тих пакетів, що доступні. Що стосується характеристик пакета, то тут варто розглянути такі аспекти: а) обчислювальні можливості, б) зручність роботи, в) складність освоєння.

*Обчислювальні можливості.* У випадку, коли необхідно обробляти медичні дані помірних обсягів (до декількох тисяч спостережень) стандартними статистичними методами, найкраще використовувати універсальні пакети. Якщо дивитися з позицій лікаря-дослідника, то всі сучасні універсальні статистичні пакети за своїми обчислювальними можливостями повністю відповідають можливим потребам (Statistica, SPSS, SAS, Statgraphics Plus, Systat та інші пакети, що працюють в операційній системі Windows). Проте завжди слід переконаватися, що обраний пакет містить необхідні методи обробки.

*Зручність роботи.* Всі сучасні пакети досить зручні в роботі (коли вони вже освоєні).

*Складність освоєння.* За складністю освоєння пакети дещо розрізняються і тут варто віддати перевагу русифікованим пакетам або пакетам, з яких є доступна література або є можливість пройти курс навчання.

Варто зауважити, що без крайньої необхідності (неможливість забезпечити необхідну обробку даних) не бажано змінювати обраний і освоєний пакет аналізу, тому що це призведе до значного збільшення витрат праці.

Що стосується заміни пакета на більш сучасну версію, то тут є дві крайності:

1. Прагнення до постійного відновлення, установки найостанніших версій пакетів – як правило віднімає багато сил, не дозволяє виробитися корисним стереотипам дій, у той же час не приводить до суттєвого зростання можливостей.

2. З іншого, боку уподобання до застарілих пакетів найчастіше не дозволяє повною мірою використовувати можливості сучасної техніки і програмного забезпечення. Існує деякий емпіричний оптимум, що може визначатися зразковим терміном експлуатації пакета в 2-3 роки, після закінчення котрого доцільно здійснювати перехід до більш сучасних пакетів. При цьому перевагу слід надавати черговій версії того ж пакета, що використовувався раніше (наприклад, DOS-версію пакета Statgraphics можна замінити на версію пакета Statgraphics Plus для Windows). Спадкоємність значно полегшує процес освоєння пакета.

Аналіз даних з використанням статистичного пакета (робота з пакетом, власне технологія аналізу даних) включає наступні розділи:

1. Планування дослідження.
2. Підготовка даних до аналізу.
3. Вибір методу аналізу і його реалізація.
4. Інтерпретація та подання результатів.

**Планування дослідження.** Найкращим випадком є такий, коли ще до проведення дослідження існує певна ясність щодо передбачуваних до використання надалі методів обробки даних. У цьому випадку, як правило, вдається спланувати дослідження з урахуванням наступної обробки даних і уникнути ситуацій, коли виявляється, що якісь спостереження були зайвими, а якихось не вистачає для реалізації обраних методів аналізу.

**Підготовка даних до аналізу.** Це вкрай важливий і найчастіше недооцінюваний етап роботи. Сучасна технологія обробки даних починається саме з етапу підготовки даних до аналізу, метою якого є приведення даних до виду, що дозволяє провести наступну їхню обробку. Як правило, він включає: занесення даних, попереднє перетворення даних, візуалізацію даних з метою формування подання про досліджуваний матеріал.

Звичайно при проведенні медичного дослідження прагнуть урахувати максимальну кількість характеристик, які відіграють важливу роль при аналізі досліджуваного питання. При цьому дослідження складається з декількох серій спостережень, при яких в ідентичних умовах реструються параметри окремих об'єктів (наприклад, хворих з якимось певним захворюванням). Маючи справу із серією спостережень, варто прагнути виразити їх у простій формі, що дозволила б безпосередньо або шляхом наступних обчислень зробити з них висновки.

Всі дані доцільно звести в єдину таблицю, в якій по рядках розташовані різні об'єкти спостереження (наприклад, хворі), а по стовпцях – параметри (наприклад, температура, частота серцевих скорочень, артеріальний тиск тощо). Всередині цієї таблиці об'єкти можуть бути об'єднані в кілька груп відповідно до загальної ознаки (наприклад, за віком, за патологією тощо). Однак на сьогоднішній день практично відпадає необхідність у попередньому структуруванні, побудові необхідних вибірок, ранжируванні тощо. Всі ці завдання в сучасних пакетах автоматизовані й виконуються безпосередньо при реалізації вибраного методу аналізу. На етапі підготовки даних дуже важливим моментом є візуалізація або перегляд даних. У медичних наукових дослідженнях графічне

подання допомагає спостерігати за тенденціями зміни, виявляти складні взаємодіючі фактори й спрощує зіставлення даних. Треба відзначити, що візуалізація даних при сучасних технологіях аналізу істотно полегшена. Разом з тим, графічне подання даних значно полегшує попередній аналіз інформації, метою якого є формування подання аналізованих даних і попередній вибір методів аналізу, за допомогою яких обчислюються елементарні статистичні характеристики (середнє значення, помилка середнього, середньоквадратичне відхилення), визначаються залежності між даними та статистично достовірні відмінності між групами тощо.

Вибір і реалізація методу аналізу у зв'язку з їх різноманіттям може виявитися завданням нетривіальним. Однак, використання комп'ютерного аналізу даних легко дозволяє спробувати вирішити завдання кількома подібними методами й вибрати той, котрий дає найкращий результат. І дійсно, у сучасних пакетах прикладних програм занесені дані досить просто обробити з використанням різних процедур, а потім можна вибрати метод, що дає найкращі результати. При цьому слід зазначити, що один раз занесені дані можуть бути оброблені різними методами й різними програмами.

Заключним етапом технології аналізу даних є інтерпретація і подання результатів аналізу. Дуже важли-

ве значення мають повнота й рівень опису як самого аналізу, так і його результатів та їхньої інтерпретації. Читач повинен мати можливість ясно уявляти собі всю послідовність обробки даних, оцінити адекватність обраних методів аналізу й обґрунтованість сформульованих висновків. Так, при інтерпретації результатів статистичної обробки даних завжди необхідно пам'ятати про їхній імовірнісний зміст. Він полягає в тому, що не завжди отримані результати є точними, а лише статистичними оцінками істотних значень. Крім того, при перевірці статистичних гіпотез необхідно пам'ятати про статистичну значимість, тому що дослідження, як правило, проводяться лише на якійсь вибірці з генеральної сукупності (популяції). Питання поширення отриманих висновків тісно пов'язане з репрезентативністю аналізованих вибірок.

**Висновок.** Завдяки використанню комп'ютерів і широкому впровадженню сучасних комп'ютерних технологій докорінно змінився процес обробки й аналізу медичних даних. Застосування комп'ютерної техніки робить достатньо складні методи аналізу медичних даних більш доступними і наочними. Вже не потрібно вручну виконувати трудомісткі розрахунки, будувати таблиці і графіки – всю цю чорнову роботу взяв на себе комп'ютер, а людині залишилася лише творча робота: постановка задач, вибір методів їх вирішення та інтерпретація результатів.

### Література

1. Айвазян С.А. Теория вероятностей и прикладная статистика: в 2 т. / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян - Юнити, 2001. – Т-1- 656 с.
  2. Алексахин С.В. и др. Прикладной статистический анализ: учебное пособие для вузов / С.В. Алексахин – М.: ПРИОР, 2001. – 224 с.
  3. Алексахин С.В. и др. Прикладной статистический анализ данных. Теория. Компьютерная обработка. Области применения: в 2-х кн. / С.В. Алексахин - М.: ПРИОР, 2002. – 688 с.
  4. Боровиков В. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере / В. Боровиков – СПб: Питер, 2001. – 656 с.
  5. Гайдышев И. П. Анализ и обработка данных: специальный справочник / И.П. Гайдышев – Специальный справочник, 2001. – 752 с.
  6. Гельман В.Я. Медицинская информатика: практикум / В.Я. Гельман – СПб: Питер, 2001. – 480 с.
  7. Гланц С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. – Издательство “Практика”, 1999. – 459 с.
  8. Гмурман В. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Гмурман. – Высшая школа, 2001. - 346 с.
  9. Гойко О.В. Практичне використання пакета STATISTICA для аналізу медико-біологічних даних: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (Рекомендовано МОН України, ISBN 966-8326-31-8) / О.В. Гойко. – Київ, 2004. – 76 с.
  10. Калинина В.Н., Математическая статистика: учебник / В.Н. Калинина, В.Ф. Панкин. – Высшая школа, 2001. – 336 с.
  11. Кремер Н. Теория вероятностей и математическая статистика / Н. Кремер. – Юнити, 2001. – 543 с.
  12. Лапач С.Н. и др. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С.Н. Лапач. – Морион Лтд, 2000. – 320 с.
  13. Лукьянова Е.А. Медицинская статистика / Е.А. Лукьянова. – РУДН, 2002. – 255 с.
- Мінцер О.П. Оброблення клінічних і експериментальних даних у медицині: навч. посібник / О.П. Мінцер, Ю.В. Вороненко, В.В. Власов – К.: Вища шк., 2003. – 350 с.

УДК 378:004:614.2.07(07)

## ПРИНЦИПИ ЦІЛЕУТВОРЕННЯ ПРИ ПОБУДОВІ МОДЕЛІ МЕДИЧНИХ ДІЙ

**В.В. Краснов**

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

Проаналізовані принципи взаємопереходу суспільних потреб в індивідуальні. Представлені основні принципи цілеутворення медичної діяльності. Визначено поняття результату медичної діяльності з погляду процесного підходу. Представлена методика визначення числового еквівалента нозології в одновимірній системі числення.

**Ключові слова:** цілеутворення, потреби, результат медичної діяльності.

## ПРИНЦИПЫ ЦЕЛЕПОЛАГАНИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ МОДЕЛИ МЕДИЦИНСКИХ ДЕЙСТВИЙ

**В.В. Краснов**

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

Проанализированы принципы взаимоперехода общественных потребностей в индивидуальные. Представлены основные принципы целеполагания медицинской деятельности. Определено понятие результата медицинской деятельности с точки зрения процессного подхода. Представлена методика определения числового эквивалента нозологии в одномерной системе исчисления.

**Ключевые слова:** целеполагание, потребности, результат медицинской деятельности.

## PRINCIPLES OF THE PURPOSE DETERMINATION AT CONSTRUCTION OF MEDICAL ACTIONS MODEL

**V.V. Krasnov**

*National Medical Academy of Postgraduate Education by P.L. Shupyk*

Principles of transmutation of public needs in the individual are analyzed. Main principles of the purpose determination of medical activity are presented. The concept of medical activity results from the point of view of the process approach is defined. The technique of determination of a nosology numerical equivalent in one-dimensional system of numeration is presented.

**Key words:** the purpose determination, needs, results of medical activity.

**Вступ.** Згідно з офіційним визначенням, медициною називається область науки і практичної діяльності, спрямована на збереження і зміцнення здоров'я людей, попередження і лікування хвороб [1]. Одним з основоположних елементів в даному визначенні є поняття діяльності.

Під діяльністю (*діяльність людини*) розуміють динамічну систему взаємодій людини із навколишнім світом, в яких вона досягає свідомо поставлених цілей, що з'являються внаслідок виникнення у неї певних потреб [2].

Будь-яка діяльність включає мету, засоби, результат і сам процес [1].

Тобто при аналізі будь-якого роду діяльності можуть бути виявлені певні закономірності в її структурі. Як мінімум, будь-яка діяльність здійснюється з деякою метою, з використанням певних методик й ресурсів. Досить багато теоретичних і практичних досягнень у дослідженні різних видів діяльності отримані розробниками бізнес-проектів. Цей напрямок одержав поняття "процесного підходу" [3].

Процесом (від лат. *processus* – проходження, просування) називається діяльність, яка представлена у вигляді закономірних, взаємозалежних і взаємодіючих етапів діяльності [4]. Ці етапи можуть бути роз-

глянуті як елементи діяльності, а їхня послідовність – як її структура. У ході процесу завжди використовуються різноманітні види ресурсів для перетворення вхідних елементів процесу у вихідні з додаванням матеріальної або ідеальної цінності при реалізації управління цим процесом.

Структура процесу складається з послідовності дій, кожна з яких може розглядатися так само, як само-

стійний процес. Будь-яку діяльність і управління нею можна зобразити через процеси або дії, що входять до її складу.

Якщо узагальнити дані багатьох досліджень, можна дати наступне зображення процесу (рис. 1).

Таким чином, вивчаючи діяльність лікаря для подальшої її формалізації, ми підходимо до проблеми опису основних компонентів цієї діяльності.

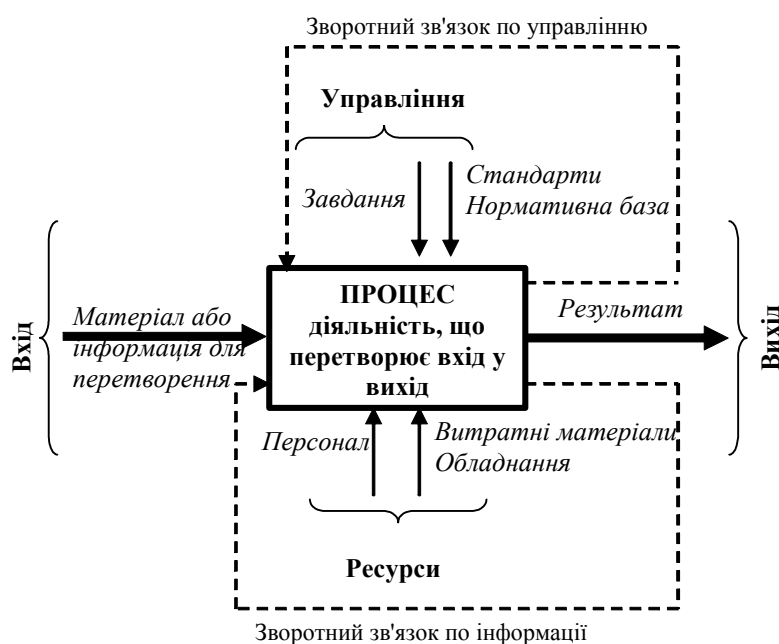


Рис. 1. Класична модель процесу.

Мета дослідження – визначити основні принципи цілеутворення медичної діяльності як на загальному, концептуальному рівні системи охорони здоров'я, так і на окремому рівні дій лікаря.

Поняття “ціль” (“мета”) нерозривно пов'язане з поняттям результату діяльності. Наступним завданням в даному викладі ми приймали визначення поняття результату медичної діяльності з погляду процесного підходу.

**Основна частина.** Сучасна психологія нерозривно пов'язує вивчення свідомої діяльності людини з поняттям “ціль” [5].

Загалом під ціллю розуміють: а) усвідомлений образ майбутніх результатів, б) передбачення майбутніх корисних для організму результатів, в) формальний опис кінцевих ситуацій, що задаються будь-якій системі [6].

Іншими словами, метою найчастіше називають усвідомлене (тобто виражене в словах) передбачення майбутнього результату дії. Цей результат побічно пов'язаний з мотивом діяльності [7].

З погляду категорій процесу і результату, поняття “ціль” може само бути результатом якоїсь діяль-

ності (у наведених вище цитатах – розумової). Сам же процес визначення мети називають цілеутворенням.

Згідно з О.К.Тихоміровим, суть процесу цілеутворення визначається як “формування образу майбутнього результату дій (в процесі спілкування або самотійно) і ухвалення цього образу як основи для практичних або розумових дій” [7].

Сучасна наука виділяє основні характеристики дії, які є значущими в контексті проблеми цілей і цілеутворення:

1. Продуктивність (результативність) дії (дія вносить зміну в предмет, породжує нові предмети).
2. Цілеспрямованість дії (реальному перетворенню предмета, досягненню деякого результату передують свідомий образ цього результату, тобто ціль).
3. Співвідношення цілей і результатів (результат, що передбачається, не обов'язково досягається, тому дії класифікуються як успішні і неуспішні).
4. Характеристики психічного віддзеркалення майбутніх результатів (форма, в якій відображається очікуваний результат).

5. Зв'язок цілей з мотивами (тісно пов'язано з потребами, які приводять до виникнення мети).

6. Цілі і засвоєння суспільного досвіду (обумовлено соціальними закономірностями формування індивідуальних потреб).

7. Цілі і усвідомлення (усвідомленість цілеспрямованої дії).

8. Функціональний план виникнення нових цілей (сам процес утворення нових цілей приймає форму: а) перетворення побічних результатів дії в мету через зв'язок з мотивом і усвідомлення цього результату; б) засвоєння цілей; в) перетворення мотивів в мотиви-цілі як результат їх усвідомлення; г) зміни цілей при недосягненні результату, що передбачався; д) перетворення неусвідомлених передбачень майбутніх результатів в усвідомлені результати).

9. Біологічна передісторія цілей.

10. Історичне і онтогенетичне формування цілей.

У медицині поняття діяльності можна віднести до центральної категорії, значущість якої настільки велика, що саме за наслідками цієї діяльності і сприймається цінність всієї системи охорони здоров'я.

При аналізі діяльнісного підходу в медицині завдання визначення характеристик цілеутворення набуває деякої специфіки. Якщо розглядати систему охорони здоров'я як єдине ціле, то етапи цілеутворення можна було б відобразити таким чином:

1. Аналіз взаємопереходу суспільних потреб в індивідуальні і навпаки.

2. Зв'язок цілей з потребами, які приводять до виникнення цих цілей.

3. Усвідомлення цілеспрямованості дії.

4. Формування свідомого образу результату цієї дії.

5. Формування характеристик психічного віддзеркалення, які відображають очікуваний результат.

6. Побудова функціонального плану виникнення нових підцілей (тактичних цілей).

7. Визначення співвідношення цілей і досягнутих результатів (продуктивність або результативність дії).

Тобто процес створення образу або моделі медичних дій нерозривно пов'язаний з процесом цілеутворення, починаючи від процесу усвідомлення цілі, проходячи через процеси дефрагментації цілей і закінчуючи процесом формалізації результату-цілі.

*Визначення потреб суспільних і індивідуальних.*

Згідно з наведеними етапами, провідним елементом процесу цілеутворення в системі охорони здоров'я є формалізація потреб суспільних і індивідуальних. Тільки при формалізованій потребі є можливість сформулювати чітку мету тієї діяльності, яка повинна привести до формалізації даної потреби.

Відповідно до статуту Всесвітньої організації охорони здоров'я, під здоров'ям розуміють стан повного фізичного, душевного і соціального благополуччя, а не тільки відсутність хвороб і фізичних дефектів [8].

*Індивідуальні потреби.* Наведене визначення більше відноситься до поняття індивідуального здоров'я.

При виникненні захворювання – відхилення явних (відчувається людиною) і неявних (не відчувається, але визначається за допомогою вимірювальної апаратури) фізіологічних, психологічних, соціальних параметрів від норми, індивідуум починає прагнути повернення цих параметрів в коридор норми. Це бажання тим сильніше, чим сильніше виражені негативні емоції від подібних “збоїв” або розуміння фатальності наслідків “збоїв” для здоров'я і життя. Причому таке розуміння може бути як у самого індивідуума, стан якого піддався “збоєм”, так і у осіб (родичі, друзі) і системи (держави), які зацікавлені в корегуванні життя індивідуума.

Таким чином, бажання нормалізації фізіологічних, психологічних і соціальних параметрів при їх відхиленні формує потребу. Потреба, у свою чергу, формує пошук можливостей для задоволення цієї потреби.

*Потреби держави.* Якщо потреби у конкретної особи індивідуальні (і, як правило, – егоїстичні), то держава зацікавлена в системному підході до рішення даного питання, з урахуванням інтересів більшості членів суспільства.

Причина подібної турботи криється в самій суті поняття “держава”. Узагальнюючи численні визначення [9, 10, 11], можна сказати, що держава є політичною організацією всього суспільства, всіх його громадян. Вона виконує життєво необхідні для суспільства функції, забезпечує його єдність і цілісність, управляє найважливішими суспільними справами. В той же час держава (особливо правова) покликана всесторонньо гарантувати права і свободи громадян, підтримувати надійний і гуманний правопорядок в суспільстві.

Обов'язок держави полягає в тому, щоб розглядати соціум і з цілісних і з окремих позицій, і в той же час оцінювати ці позиції з погляду динамічних складових їх розвитку. Тобто держава повинна оцінювати ризики тих або інших дій та імовірнісні складові тенденції природних і штучних процесів, які відбуваються в соціумі.

Наприклад, недотримання здорового способу життя конкретним членом соціуму ще не породило потреби в наданні медичної допомоги (стан захворювання ще не настав), проте держава зобов'язана враху-

вати ризики подібного способу життя і вживати відповідні заходи. Тобто займатися формуванням в соціумі і у кожного конкретного громадянина саме цієї потреби – потреби в здоровому способі життя.

Якщо говорити про систему охорони здоров'я як одну з форм виразу інтересів держави, то саме цій системі держава може делегувати повноваження з формування і задоволення подібної потреби.

Таким чином, складові потреби здоров'я в соціумі можуть бути представлені наступним рядом:

- потреба в лікуванні при настанні захворювання (як правило, ця потреба є і в індивідуума, і у держави);
- потреба в підтримці здоров'я при стабільних зовнішніх і внутрішніх чинниках (не завжди сформована у індивідуума, але повинна бути у держави);
- потреба в недопущенні виникнення чинників, які можуть загрожувати здоровому способу життя (рідко сформована у індивідуума, але повинна бути у держави).

Визначення пріоритетів в лікуванні захворювань з погляду держави.

Таким чином, потреби індивідуума цілком зрозумілі – запобігти будь-яким негативним проявам зміни свого здоров'я. Декларовані потреби держави стосуються кожного члена суспільства, проте в реальному житті держава має обмежені можливості. Тобто в якийсь момент держава вимушено починає розставляти пріоритети.

Оскільки соціум представляє інтереси більшості, то і потреби соціуму можна було б визначити як “потребу більшості”. Можна стверджувати, що потреби держави можуть бути якоюсь узагальнювальною, інтегральною характеристикою більшої частини членів суспільства. Тобто при визначенні точки застосування сил в системі охорони здоров'я, в першу чергу необхідно досліджувати ті захворювання, якими хворіє велика частина населення.

Таким чином, перший критерій вибору нозології – частота (або вірогідність) виникнення даного захворювання в соціумі. Цей критерій досить добре формалізується.

Другий критерій – важливість (або критичність) даної нозології для соціуму. Причому, з погляду держави, пріоритети важливості можуть бути віддані:

– захворюванням, до яких більше схильні діти або працездатна частина населення (геронтологія втрачає свій пріоритет).

– захворюванням, які можуть призвести до інвалідизації дітей або працездатної частини населення (наприклад: ряд дитячих інфекцій, ІХС, інсульти тощо).

З іншого боку, поняття “важливість” може розглядатися в категоріях потреб соціуму:

1) потреба викликає сильну реакцію соціуму і вимоги з боку соціуму до держави задовольнити дану потребу. Сюди потрапляють захворювання, які вражають або загрожують уразити велику частину соціуму за короткий період часу (наприклад, інфекційні захворювання).

2) держава бачить, що проблема призводить до підвищення витрат ресурсів держави на усунення її наслідків. Наприклад – втрата працездатності, смерть працездатного населення тощо. Приклади – онкозахворювання, захворювання ССС тощо.

У нашому дослідженні, для відбору нозологій, які в першу чергу повинні розглядатися державою з погляду підготовки стандартів медичних дій, ми розглядали двокомпонентну модель (частота і важливість).

Перший критерій брався на підставі статистичних даних і виражався в процентній шкалі. Другий критерій визначався експертним шляхом і також виражався в процентній шкалі.

У результаті ми одержували положення нозології в двовимірній системі координат. Нашим завданням було перевести двовимірну систему в одновимірну (або привести двофакторну модель до однофакторної для зручності подальшого аналізу).

Методика виведення.

На рис. 2 представлена модель визначення одновимірної координати нозології.

Де:

$B$  – розмірність осі  $x$ ;  $A$  – розмірність осі  $y$ ;

$b_t$  – координати точки  $K$  на осі  $x$ ;  $a_t$  – координати точки  $K$  на осі  $y$ ;

$P$  – точка, в якій перпендикуляр з точки  $K$  перетинає діагональ  $OC$ .

Завдання – знайти довжину лінії  $OP$ .

Позначення:

відрізок  $OP=X$ ; відрізок  $FK=a_t$ ;

відрізок  $OF=b_t$ ; відрізок  $OK=c$ .

Згідно з правилами прямокутного трикутника, основні співвідношення дорівнюють:

$$X = c \cdot \cos \beta \quad (1)$$

$$\cos \beta = \cos(\gamma - \alpha) = \cos \gamma \cdot \cos \alpha + \sin \gamma \cdot \sin \alpha \quad (2)$$

При цьому:

$$\cos \alpha = \frac{b_t}{c}; \sin \alpha = \frac{a_t}{c}; \sin \gamma = \frac{A}{C}; \cos \gamma = \frac{B}{C} \quad (3)$$

$$C = \sqrt{A^2 + B^2} \quad (4)$$

Підставляємо співвідношення формул (2), (3) і (4) у формулу (1):



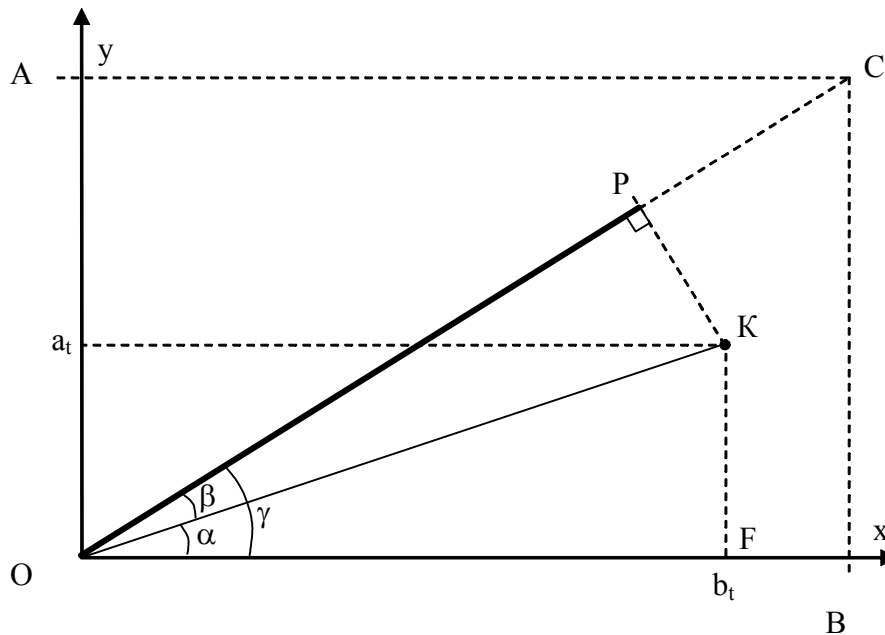


Рис. 2. Визначення одновимірної координати нозології.

$$X = c \cdot \left( \frac{B \cdot b_t}{C \cdot c} + \frac{A \cdot a_t}{C \cdot c} \right) = c \cdot \left( \frac{B \cdot b_t + A \cdot a_t}{C \cdot c} \right) = \frac{B \cdot b_t + A \cdot a_t}{\sqrt{A^2 + B^2}} \quad (5)$$

За даною формулою можна знайти довжину відрізка OP, який є відстанню від початку координат до точки, яка є проекцією будь-якого значення координатної системи на діагональ цієї системи. Або ми визначаємо числовий еквівалент нозології в одновимірній системі числення.

При цьому, якщо шкали вимірювання мають однакову вагу і діапазон вимірювань, то формула (5) набуває простішого вигляду  $\frac{a_t + b_t}{\sqrt{2}}$ .

*Визначення результату лікувальних дій.*

Відповідно до правил цілеутворення, визначення потреб є основним етапом у формуванні цілей. Проте мета “бути здоровим” змушує визначити конкретну результативність тих дій, які здійснюватимуться для досягнення цієї мети. Або, іншими словами, як може бути формалізований результат “вилікуваний хворий”?

Згідно з державними освітніми стандартами підготовки лікаря [12], результатом навчання є вміння лікаря “визначити принципи лікування хворого”. У документі “Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників системи охорони здоров’я” [14] вимога з боку професії до фахівця у області лікування захворювань міститься в єдиній фразі “Надає спеціалізовану медичну допомогу” або “Застосовує сучасні методи профілактики, діагностики, лікування, реабілітації та диспансеризації хворих”. Тобто складові моделі фахівця як з боку освіти, так і з боку держави

описують вимоги до фахівця, як до того, хто бере участь в процесі, а не хто забезпечує результат.

Але виникає питання, як описати результат лікувальних дій фахівця.

Можна уявити собі ідеальну модель клінічної ситуації, в якій знайдені всі причини, які викликали патологічні зміни в організмі і на ці причини надана відповідна терапевтична дія і все це привело до позитивного прогресування захворювання з деяким результатом.

Результат може бути вимірний інструментально, об’єктивно і суб’єктивно.

Можна припустити, що є вимірювальні інструменти, які можуть відображати деякі фізіологічні параметри організму, наприклад артеріальний тиск, електропровідність серця (ЕКГ), швидкість осідання еритроцитів тощо.

Також є об’єктивні методи обстеження, наприклад визначення тонів серця, ступеня затемнення ділянок на рентгенограмі тощо. Суб’єктивні методи – самопочуття хворого, висновки лікаря при спілкуванні з хворим тощо. Є фізіологічні норми, які описані для кожного з показників.

Твердження 1. Ознакою одужання вважають показники, які повернені в межі норм. В даному випадку під поняттям “норма” ми матимемо на увазі популяційні норми, і не виділятимемо поняття індивідуальних норм.

Проте будь-який лікар може описати ситуацію, в якій при усуненні лікувальної дії можна одержати знову відхилення показників від норми.

Твердження 2. Можна ввести поняття “стійке” повернення показників до норми. Стійкістю можна назвати спостережуваний період, рівний швидкості реагування показника на патологічний процес. Наприклад, затемнення на рентгенограмі при запаленні легенів починає візуалізуватися через декілька діб після початку прояву клінічної картини. Таким чином, незмінний показник, що спостерігається за період, рівний декільком періодам швидкості реагування цього показника, може говорити про стадію стійкої ремісії.

Проте в подібній ситуації існує декілька проблем.

1. У будь-якого методу вимірювання є погіршеність або певний рівень чутливості. Це говорить про те, що в подібній “сліпій” плямі, коли вимірювання не реагує на зміни, патологічні процеси можуть йти в будь-якому напрямі: стійке відновлення, “плато”, хаотично змінний стан тощо.

2. Процес моніторингу показників не відбувається безперервно. Тобто процес, що нестійко розвивається, може “випірнати” із сліпої плями на короткі проміжки часу. І подібне “випірнання” може не співпадати з точками вимірювання показників.

3. Показник може повернутися в межі норми за певних умов, в яких перебуває пацієнт. Наприклад, в лікарняній палаті не можна не враховувати психосоматичні моменти, які можуть впливати на організм. Таким чином, при поверненні хворого в нормальні для нього умови існування організм може відреагувати знов загостренням патологічного процесу.

4. Ситуація. Пацієнт знаходиться в стані одужання (для нього визначено одужання на підставі підтверженої відсутності впливу попередніх трьох чинників). Він потрапляє в ситуації підвищених навантажень (стресових, фізичних), які раніше не приводили до розвитку захворювання. Виникає загострення захворювання. Причина – перестали спрацювати компенсаторні механізми, які виснажилися в результаті минулого захворювання.

У даній моделі розглядається тільки та ситуація, в якій ми володіємо повним набором ознак, що вимірюються, і які характеризують патологічний процес. Тобто ситуація, в якій хворий відчуває себе погано при нормальних параметрах, в даному дослідженні не розглядається.

Таким чином, **лікуванням** можна назвати стійке повернення вимірюваних фізіологічних параметрів організму в межі норми при функціонуванні людини в звичайних і індивідуальних для нього порогових навантаженнях (стресових ситуаціях).

Загалом, процес виявлення інтегральних потреб суспільства і їх задоволення на рівні держави можна здійснювати наступними кроками:

1. Формування переліків захворювань, які згруповані відповідно до рівня значущості для соціуму.

2. Визначення причин виникнення таких захворювань.

3. Визначення дій з усунення причин, які призводять до захворювання (профілактика).

4. Визначення критеріїв, за якими видно, що фізіологічні параметри вже відхилилися від норми.

5. Визначення причин патологічних змін в організмі, які привели до зміни нормальної структури складових організму (клітин, фізіологічних процесів) і до зміни фізіологічних параметрів.

6. Визначення дій, які повертають фізіологічні параметри в коридор **індивідуальної** норми (при ургентних станах).

7. Визначення дій, які приводять до відновлення структурних змін в організмі або до компенсації цих структурних змін.

8. Необхідне ресурсне забезпечення дій, які повинні виконуватися (у ресурси входять – лікарі, устаткування, ліки тощо).

9. Визначення правил, за якими повинні здійснюватися перераховані вище дії (стандарти).

У описаній послідовності на першому кроці визначаються найбільш значущі потреби, на наступних визначаються технології, які покликані задовольнити ці потреби.

**Висновки.** Можна стверджувати, що потреби (і сформовані на їх основі цілі) у області здоров’я у індивідууму і соціуму дещо розрізняються. Індивідуум прагне піти від неприсмних відчуттів, що виникли у вигляді симптомів при виникненні захворювання. Соціум же прагне не тільки вилікувати, але і не допустити виникнення захворювань усередині соціуму.

Соціум не може собі дозволити працювати на найглибшому рівні зі всіма відомими нозологіями. В даному випадку, критеріями відбору нозології для зосередження на ній основних зусиль, є частота виникнення даного захворювання і важливість (значущість) захворювання для стійкості соціуму.

У свою чергу, кажучи про результат лікарських дій, можна його розглядати з погляду поняття “лікування” і характеризувати як стійке повернення фізіологічних параметрів організму, що вимірюються, в межі популяційної норми, при функціонуванні людини в звичайних і індивідуальних для нього порогових навантаженнях (стресових ситуаціях).

Ми вважаємо, що використовуючи запропоновані варіанти відбору нозологій і опису критеріїв результативності лікувальних дій, можна приступати до формалізованого опису власне процесів лікувальних дій.

### Література

1. Советский энциклопедический словарь/гл. ред. А.М.Прохоров.-2-е изд.-М.: Сов. энциклопедия, 1983.- 1600 с.
2. Додаток до листа Міністерства освіти і науки України від 31.07.2008 р. №1/9-484 “Щодо нормативно-методичного забезпечення розроблення галузевих стандартів вищої освіти”.
3. Вороненко Ю.В., Електронні навчальні посібники для відображення медичних процедурних знань: принципи, етапи створення, методологія: навчальний посібник /Ю.В. Вороненко, О.П. Мінцер, В.В. Краснов. –Київ, 2009. – 160 с.
4. Ефимов В.В. Процессы и процессно-ориентированный подход: учебное пособие / В. В. Ефимов. – Ульяновск : УлГТУ, 2005. – 84 с.
5. Коган А.Ф. Психологическое моделирование целеполагания и принцип псевдосвободы выбора цели в учебной деятельности. Психология: Сб. научных трудов. Вып. 3(6).- Киев, 1999.- С.212-222
6. Тихомиров О. К. Понятия «цель» и «целеобразование» в психологии / О.К. Тихомиров: хрестоматия по педагогической психологии / О.К. Тихомиров: [Сост. А. И. Красилю, А. П. Новгородцева] — М.: Междунар. пед. акад., 1995. — С. 66-82.
7. Психологические механизмы целеобразования / [О.К. Тихомиров, Э.Д. Телегина, Т.Г. Волкова и др]; под ред. О.К. Тихомирова. - М.: Наука, 1977. – 257 с.
8. [http://www.who.int/entity/governance/eb/who\\_constitution\\_ru.pdf](http://www.who.int/entity/governance/eb/who_constitution_ru.pdf)
9. Философский энциклопедический словарь/Гл. редакция: Л.Ф.Ильичев, П.Н. Федосеев, С.М.Ковалев, В.Г.Панов – М.: Сов. энциклопедия, 1983.- 840 с.
10. Цицерон. Диалоги: О государстве. О законах. - М.: Наука, 1966. - 224с.
11. Локк Д. Два трактата о правлении: Соч. в 3 т. – М.: Мысль, 1985
12. Складові галузевих стандартів вищої освіти на пряму підготовки 1101 “Медицина” освітньо-кваліфікаційного рівня “спеціаліст” / [Міністерство освіти і науки України; Міністерство охорони здоров’я України] - К., 2003.- 369 с. Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників системи охорони здоров’я / [М-во охорони здоров’я України; М-во праці та соціал. політики України] - К., 2004. – 230 с.

## ГРУБІ МОДЕЛІ РОЗВИТКУ В МЕДИЦИНІ

В.Л. Шевченко<sup>1</sup>, А.В. Шевченко<sup>2</sup>

*Національна академія оборони України<sup>1</sup>*

*Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика<sup>2</sup>*

Проаналізовані особливості використання лінійних, експоненціальних логістичних моделей розвитку. Запропоновані алгоритми трансформування лінійних та експоненціальних моделей в логістичні без втрати накопленої інформації щодо властивостей об'єкта моделювання.

**Ключові слова:** прогноз, моделі розвитку, логістична функція, трансформація моделей.

## ГРУБЫЕ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ В МЕДИЦИНЕ

В.Л.Шевченко<sup>1</sup>, А.В. Шевченко<sup>2</sup>

*Национальная академия обороны Украины<sup>1</sup>*

*Национальная медицинская академия последипломного образования  
имени П.Л. Шупика<sup>2</sup>*

Проанализированы особенности линейных, экспоненциальных моделей развития. Предложены алгоритмы трансформирования линейных и экспоненциальных моделей в логистические без утраты накопленной информации по свойствам объекта моделирования.

**Ключевые слова:** прогноз, модели развития, логистическая функция, трансформация моделей.

## ROUGH GROWTH MODELS FOR MEDICINE

V.L. Shevchenko<sup>1</sup>, A.V. Shevchenko<sup>2</sup>

*National Defense Academy of Ukraine<sup>1</sup>*

*National Medical Academy of Post-Graduate Education by P.L. Shupyk<sup>2</sup>*

Features of linear, exponential and logistic development models are analyzed. Algorithm of transforming linear and exponential models to logistic ones without modeling object informational losses is proposed.

**Key words:** prognosis, growth models, logistic function, models transformation.

**Вступ.** Практика висуває до моделей суперечні умови: оперативність, точність, наочність, повнота врахування чинників впливу тощо. “Для того, щоб система моделей давала опис, що добре відображає реальність, вона має бути достатньо складною. Але в такому випадку кожен машинний експеримент буде вимагати великих витрат машинного часу. А це значить, що провести велику кількість експериментів – необхідна умова будь-якого аналізу – буває просто неможливо” [1]. Складність моделі має відповідати складності процесу та, з другого боку, можливості щодо забезпечення вхідними даними. Чим складніша модель, тим складніше забезпечити її вхідними даними, тим вищий ступінь невизначеності, в якій вона функціонує. Чим вищий ступінь невизначеності об'єк-

та, що моделюється, тим простішою має бути модель. І.Пригожин пов'язує необхідність простоти моделей з властивостями самого об'єкта моделювання [2]: “Вимога “грубості” за своєю природою відображає не обмеженість наших можливостей виконувати спостереження та вимірювання, а внутрішню структуру явищ, які ми описуємо”. Грубі моделі можуть використовувати навіть фахівці без спеціальної математичної підготовки.

**Метою статті** є визначення особливостей побудови та взаємних трансформацій грубих моделей біологічних та медичних процесів розвитку.

Розвиток визначаємо залежністю корисного ефекту від витрачених ресурсів. Під **корисним ефектом** розуміємо рівень досягнення цілей лікування. Під

вхідними ресурсами розуміємо все, що може бути перетворене в корисний ефект: гроші, персонал, матеріальні засоби, ліки, апаратура, ефекти діяльності елементів організаційних структур, час тощо.

Найбільш поширеними серед грубих моделей є лінійні, експоненціальні та логістичні (рис. 1). Лінійні та експоненціальні моделі використовують для добре вивчених процесів в обмеженому діапазоні вхідних

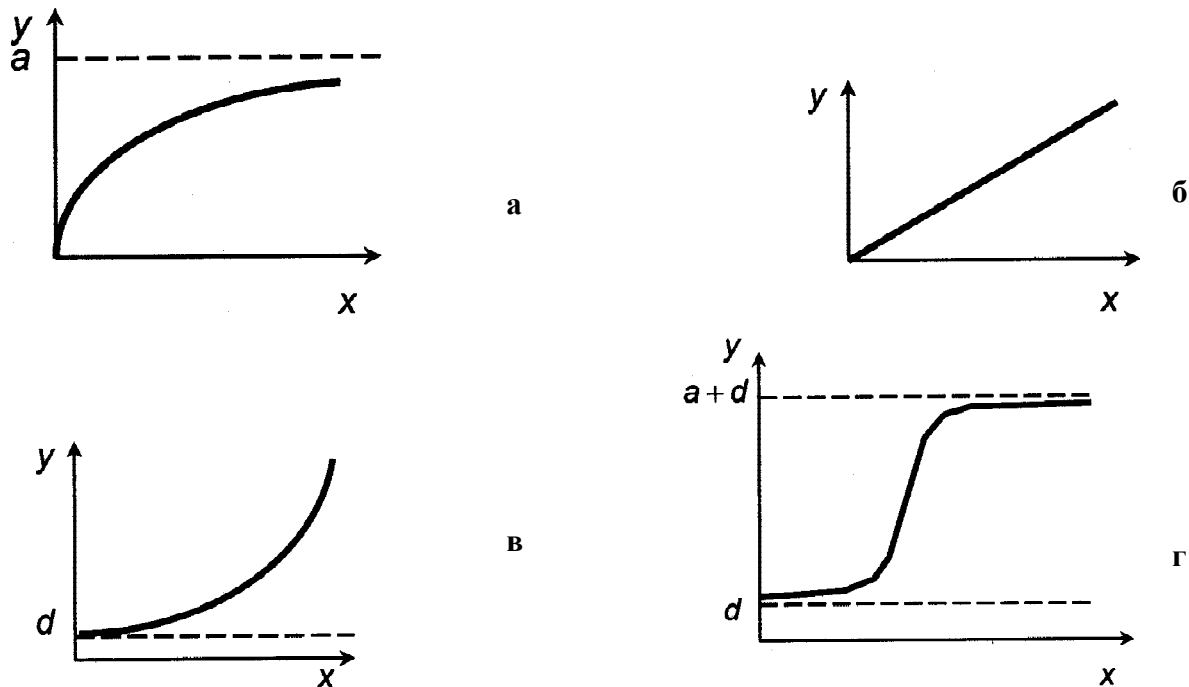


Рис.1. Моделі процесів розвитку:

а) експоненціальне насичення; б) лінійна; в) необмежений експоненціальний зріст; г) логістична.

величин, поведінка яких обумовлена стабільним ресурсним забезпеченням або які знаходяться на одному етапі життєвого циклу. **Експоненціальне зростання з насиченням** використовується в моделях процесів, які досягли межі свого розвитку. Серед моделей **необмеженого експоненціального зростання** найбільш відомий закон Мура, який базується на припущенні відсутності обмежень розвитку.

Якщо ресурсне забезпечення варіюється довільно або розглядається декілька етапів життєвого циклу, то більш адекватна **логістична модель** [3], яка базується на залежності у вигляді звичайного диференціального рівняння яке Р.Л.Кашьяп і

$$\frac{dy}{dx} = m \cdot (y - Y_{min}) \cdot (Y_{max} - y), \quad 1$$

А.Р.Рао вважають окремим випадком рівняння Вольтера [4], або у вигляді функції яка є рішенням (1) [3]

$$y = Y_{min} + \frac{Y_{max} - Y_{min}}{1 + e^{-m \cdot (Y_{max} - Y_{min}) \cdot (x - \Delta x)}} = d + a \cdot SL(x),$$

$$d = Y_{min}, \quad a = Y_{max} - Y_{min},$$

$$SL(x) = \frac{a}{1 + e^{-\frac{4k}{a} \cdot (x - \Delta x)}} = \frac{a}{1 + e^{-\frac{2}{T} \cdot (x - \Delta x)}},$$

де  $y$  – вихідний ефект;  $x$  – вхідний ресурс;  $SL(x)$  – логістична SL-функція,  $Y_{min}$ ,  $Y_{max}$  – нижнє та верхнє обмеження вихідного ефекту;  $m$  – постійний коефіцієнт;  $\Delta x$  – абсциса точки симетрії (зсув кривої вздовж осі абсцис);  $k$  – тангенс кута нахилу дотичної до кривої в точці симетрії;  $T$  – стала ресурсу, яка дорівнює половині ширини діапазону вхідних ресурсів, при яких відбувається інтенсивне зростання ефекту.

Інколи у звичайне рівняння Лотки-Вольтера вводять логістичні компоненти (у вигляді правих частин рівняння (1)), наприклад, для підвищення адекватності моделей “паразит-хазяїн” [5]. Для різних задач (1) може бути записано у різному вигляді, наприклад, в екології з урахуванням “фізики процесу” динаміки

$$\frac{dy}{dt} = m \cdot y \cdot (Y_{max} - y) - s \cdot y, \quad \text{де } y - \text{чисельність популяції, } t - \text{ час, } Y_{max} - \text{несуча спроможність середовища, } m, s - \text{характерні сталі народжуваності та смертності.}$$

Для моделювання епідеміологічних даних використовують багатомірну логістичну регресію у вигляді моделей із взаємодією та без взаємодії [6].

“Логістичний розвиток є найпростішим і, в той же час, неодноразово підтвердженим на емпіричному

матеріалі описом циклу розвитку системи, коли при виснаженні відповідних ресурсів відбувається перехід з експоненти на логісту” [7]. Прикладами логістичних моделей є: еволюція алкогольного пошкодження печінки [8], вивільнення месалазину із таблеток салофальку [9], динаміка показників рН-метрії [10], частота дивертикульозу залежно від віку пацієнтів [11], динаміка чисельності популяцій та населення [2, 4, 5]; динаміка епідемії [6]; динаміка ризику захворювань після Чорнобильської аварії [12], закон Арндта-Шульца стосовно залежності ефекту лазерної терапії від дози освітлювання [13] (залежність моделюється різницею двох SL- функцій із зсувами  $y = SL_1(x - \Delta x_1) - SL_2(x - \Delta x_2)$ ).

**Основні властивості SL-функції** [3].

1. **Наявність асимптот:**  $y = d$ ;  $y = d + a$ .

2. **Симетрія** відносно точки  $(\Delta x; d + 0.5 a)$ .

3. **Швидкість зростання ефекту** на лінійній ділянці SL- функції  $[\Delta x - T; \Delta x + T]$  приблизно до-

$$\text{рівнює } k = \frac{dSL(\Delta x)}{dx}.$$

4. **Стала ресурсу SL – функції**  $T$  (є поширенням поняття сталої часу експоненти) дорівнює довжині відрізка асимптоти між абсцисою точки симетрії та точкою перетину осі абсцис з прямою, яка дотична до графіка функції у точці симетрії.

При первинному створенні моделей параметри логістичних залежностей визначають статистично або методом аналогій. Для обох випадків існує простий (на основі лінійних вимірів) **алгоритм визначення параметрів логістичної залежності** (2) [3], а саме послідовно визначити: 1)  $d$ , 2)  $a + d$ , 3)  $T$  або  $k$ , залежно від постановки задачі, 4)  $\Delta x$ .

Поширеною є ситуація, коли при моделюванні об’єкта спочатку створювались лінійні або експоненціальні моделі. Інформація, яка була при цьому накопичена, спрощує визначення параметрів логістичних моделей.

**Перетворення лінійних моделей.** Нехай певна лінійна модель задана залежністю  $y = a_1 x + a_0$ . Встановимо алгоритм визначення параметрів логістичної функції (2).

1. В околиці точки симетрії графік прямої подібний до (2), отже  $k = a_1$ .

2.  $d$  і  $a$  визначаються з емпіричних даних як мінімально можливі  $d$  (найчастіше  $d = 0$ ) та максимально можливі  $a + d$  вихідні ефекти. При  $d = 0$  найчастіше  $a$  дорівнює 110-160 % від нормативно визначеного ефекту.

3. Абсциса точки симетрії  $\Delta x = (0.5 a + d - a_0) / a_1$  визначається як абсциса середини відрізка прямої, який відсічений обмеженнями  $d$  і  $a + d$ .

**Усунення обмежень.** Повне усунення обмежень  $d' < x < d' + a'$  без будь-яких додаткових умов можливо нелінійним перетворенням координат. Для цього пропонується SL- перетворення координат

$$x = SL'(x') = d' + \frac{a'}{1 + e^{-c'(x' - \Delta x')}}; \quad c' = \frac{4}{a'}; \quad \Delta x' = 0.5a' +$$

$d'$ , де  $x, x'$  – обмежена та необмежена змінні;  $d', a', c', \Delta x'$  – сталі параметри функції  $SL'(x')$ . При всіх  $x' \in [-\infty; +\infty]$  функція  $SL'(x')$  безперервна, монотонна, така, що диференціюється і має безперервні похідні.

Найбільший ефект від SL-перетворення координат можна отримати у випадку, якщо початкові вирази вже містять деякі SL-функції, аргументами яких є саме ті змінні, до яких планується застосувати SL-перетворення координат. Наприклад, якщо  $x$  є аргументом деякої SL-функції  $SL(x)$ , то після SL-перетворення координат ми отримуємо складну функцію  $SL(SL'(y))$ , яка може бути апроксимована певною SL-функцією  $SL_2(y)$  з похибкою не більше 2%. Така апроксимація дозволяє врахувати обмеження ціною зміни величин параметрів залежностей без зміни структури моделі та структури відповідних аналітичних виразів.

**Перетворення експоненціальних моделей.** Аналогічно розглянемо алгоритм перетворення експоненціальної функції в логістичну (2). Нехай експоненціальна модель задана у вигляді

$$y = a_0(1 - e^{-\frac{x}{T_e}}) + a_2 \quad \text{або} \quad y = b_0 + b_2 e^{\frac{x}{T_e}}.$$

1. Основним припущенням є співпадання точки симетрії з віссю ординат  $\Delta x = 0$ . При необхідності після визначення інших параметрів графік логістичної залежності можна зсунути вздовж осі абсцис зміною  $\Delta x$ .

2. Стала часу логістичної функції приблизно дорівнює сталій часу експоненти  $T = T_e$ .

$$3. \quad d = 2a_2 - a_0; \quad a = 2(a_0 - a_2) \quad \text{або} \quad d = b_0; \quad a = 2b_2.$$

**Висновки.** В статті проаналізовані особливості лінійних, експоненціальних та логістичних моделей розвитку. Запропоновані алгоритми трансформування лінійних та експоненціальних моделей в логістичні зі збереженням корисної інформації щодо властивостей об’єкта моделювання, яка була накопичена у попередніх моделях.

Подальшими напрямками досліджень має бути розповсюдження розроблених алгоритмів на багатовимірний випадок та розробка алгоритмів трансформації для інших видів моделей розвитку в медицині та біології.

### Література

1. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа / Моисеев Н.Н. – М.: Наука, 1981. – 488 с.
2. Пригожин И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / Пригожин И., Стенгерс И. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
3. Шевченко В.Л. Использование SL-зависимостей для построения моделей развития технологий и упрощения процедур поиска оптимальных решений на примере уравнения Беллмана / Шевченко В.Л. // Системні технології. Регіональний міжвузівський зб. наук. праць. – 2004. – Вип. 6 (35). – С. 148-153.
4. Кашьяп Р.Л. Построение динамических стохастических моделей по экспериментальным данным / Кашьяп Р.Л., Рао А.Р.; [пер. с англ.] - М.: Наука. Гл.ред.физ.-мат. лит., 1983. – 384 с.
5. Мэрди Дж. Модели популяций / Мэрди Дж. // Математическое моделирование. – М.: Мир, 1979. - С.109-127.
6. Качинський А.Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи / Качинський А.Б. – К., 2004. – 472 с.
7. Евин И.А. Модели развития и теория катастроф / Евин И.А., Яблонский А.И. // Системные исследования. Методологические проблемы [Ежегодник]. – М.: Наука, 1982. – С. 98-130.
8. Губергриц Н.Б. “Эссенциале Форте Н” и “Эссенциале Н” в гепатологии и гастроэнтерологии / Губергриц Н.Б. // Сучасна гастроентерологія. – 2008: – №5(43). – С. 79-89.
9. Рот М. Воспалительные заболевания кишечника: [практическое руководство] / Рот М., Бернхарт В.; [ред. русс. изд.: В.Голофеевский, С.Ситкин]. – Freiburg Germany: DR. FALK PHARMA GmbH, 2004. – 60 с.
10. Рефлюксна хвороба стравоходу: [посібник] / [під ред. П.Місюни; пер. з польської А.С.Барвінська, В.В.Вашук, І.Д.Герич (заг.ред.) та ін.]. – [Вип.2]. – Львів: Галицька видавнича спілка, 2004. – 176 с.
11. Верманн К. Дивертикулез и дивертикулит толстой кишки / Верманн К., Фрюморген П.; научн. ред. С.Ситкин. – Людвигсбург (Германия): DR. FALK PHARMA GmbH, 2007. – 47 с.
12. Дрозд І.П. Радіаційно уражені регіони: антропоєкологічні ризики / Дрозд І.П., Серкіз Я.І. // Матер. міжнар. конф. “Антропогенно-змінене середовище України: ризики для здоров’я населення та екологічних систем”. Спец. вип. журналу “Екологічний вісник”. – К.: Чорнобильінтерінформ, 2003. – С.153-166.
13. Шевченко В.Л. Основы рационального применения терапевтических лазеров / Шевченко В.Л. - К.: НПО “Профессор”, 2003. – 170 с.

УДК 613.1:614.87

## **ІНФОРМАЦІЙНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

**С.І. Мохначов**

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

У статті розглядаються питання розробки та побудови системи моніторингу санітарно-епідеміологічної ситуації (СМСЕС), яка є одною з найважливіших складових єдиної інформаційної системи охорони здоров'я. Створення СМСЕС забезпечить можливість більш ефективно виконувати завдання з регулювання і контролю в галузі санітарно-епідеміологічного благополуччя населення на основі застосованих сучасних комп'ютерних та інформаційних технологій.

**Ключові слова:** моніторинг стану навколишнього середовища, єдина інформаційна система охорони здоров'я.

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**С.И. Мохначев**

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

В статье рассматриваются вопросы разработки и построения системы мониторинга санитарно-эпидемиологической ситуации (СМСЭС), которая является важной составляющей единой информационной системы здравоохранения. Создание СМСЭС обеспечит возможность более эффективно выполнять задачи по регулированию и контролю в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения на основе применяемых современных компьютерных и информационных технологий.

**Ключевые слова:** мониторинг состояния окружающей среды, единая информационная система здравоохранения.

## **INFORMATION ASPECTS OF CREATION SYSTEM OF MONITORING THE CONDITION ENVIRONMENT**

**S.I. Mokhnachov**

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

The questions of development and construction of sanitary-and-epidemiologic situation's monitoring system (SESMS), which is the important component of uniform public health services information system, are considered in the paper. Creation of SESMS will provide an opportunity for more effective task management in regulation and control over population's sanitary-and-epidemiologic safety with application of modern computer and information technologies.

**Key words:** monitoring of environment conditions, uniform information system of public health services.

**Вступ.** Взаємодія виконавчих органів, які здійснюють діяльність в галузі санітарно-епідеміологічного благополуччя населення на відповідних територіях, і державних організацій, що здійснюють санітарно-епідеміологічну експертизу на цих територіях, установлюється за принципом підзвітності та підпорядкування центрів санітарно-епідеміологічної експертизи виконавчим органам відповідних територій.

Виконавчі органи, координуючи діяльність центрів санітарно-епідеміологічної експертизи в галузі сані-

тарно-епідеміологічного благополуччя населення, визначають обсяги санітарно-епідеміологічної експертизи, необхідні для забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення, а також надають організаційну, методичну і практичну допомогу центрам санітарно-епідеміологічної експертизи. Одним з варіантів вирішення даної проблеми можуть стати спеціалізовані державні Комітети санітарно-епідеміологічного нагляду Міністерства охорони здоров'я. Вони повинні здійснювати конт-

© В.П. Марценюк, О.О. Стаханська



рольно-наглядіві та реалізаційні функції, а також міжгалузеву координацію в галузі забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення. Основою їх роботи повинно стати застосування сучасних інформаційних технологій, зокрема інформаційних систем.

**Основна частина.** На сьогоднішній день у системі санітарно-епідеміологічної служби існують різні комп'ютерні інформаційні системи. В основному ці системи були розроблені і впроваджені в експлуатацію останні 5-7 років. Розроблені системи (наприклад, АСУ "Санепідслужба") внесли певні елементи автоматизованого обліку в статистику служби, збір і автоматизовану обробку оперативної інформації, обробку фінансових документів; було створено ряд баз даних та автоматизовані інші види обліку.

Поряд з позитивним значенням програмних додатків АСУ "Санепідслужба" до числа їхніх недоліків варто віднести відсутність єдиного формату даних, єдиного підходу до формування нормативно-довідкової інформації, системи класифікаторів; використання різних мов програмування і різних операційних систем. Через відсутність єдиної політики в галузі інформаційного забезпечення служби, накопичені дані не завжди інтегруються між собою і не досить систематизовані. Управління санітарно-епідеміологічною діяльністю в основному базується на аналізі зведеної інформації про санітарно-епідеміологічну ситуацію із прийнятими припустимими показниками. Зі збільшенням обсягу вхідної інформації час реакції на подію в зовнішньому середовищі збільшується, і адекватність реакції не завжди буває обґрунтована.

До теперішнього часу процеси синхронізації баз даних та їх об'єднання з метою формування зведеної інформації про санітарно-епідеміологічну ситуацію на різних рівнях через відсутність єдиної інформаційної системи виконувалися переважно вручну.

Але сьогодні цього явно недостатньо. Насамперед потрібна певна інтелектуалізація. Виникає також необхідність впровадження принципово нових інформаційних технологій у систему санітарно-епідеміологічної служби, які дозволяють вирішувати завдання збору, узагальнення та аналізу інформації, своєчасного інформування відповідальних підрозділів Міністерства охорони здоров'я про санітарно-епідеміологічний стан.

Підвищення ефективності державного реформування і розвитку системи організації медичної допомоги населенню пов'язано з розробкою методології організації збору та обробки інформації в сфері забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя в

рамках створюваної єдиної інформаційної системи охорони здоров'я (ЄІСОЗ).

Аналіз існуючих систем інформатизації охорони здоров'я, у тому числі і санітарно-епідеміологічної служби, показав, що розроблені програмні комплекси, які забезпечують рішення певних завдань системи управління, не ґрунтуються на єдино доступній зведеній інформації, що надходить із рівня медичних організацій на обласний і далі на республіканський рівень. Основними із цих даних є медико-економічні параметри та показники діяльності медичних організацій у процесі надання медичної допомоги, відомості про самих пацієнтів і техніко-економічні відомості про медичні організації. Як наслідок, інформація надходить на обласний і республіканський рівні із великим запізненням, що, власне кажучи, не дає можливості оперативного управління та реагування.

Практика прийняття управлінських рішень при вирішенні нових завдань, що виникають у процесі розвитку охорони здоров'я, на основі зведених звітів, приводить до росту кількості показників у зведених звітах без належної координації між різними підрозділами навіть усередині районних і обласних департаментів охорони здоров'я. Це, у свою чергу, призводить до дублювання інформаційних потоків, оскільки різні показники, як правило, обчислюються на основі того самого набору первинних даних, що реєструються в облікових формах. Крім того, в існуючих облікових формах так само має місце дублювання інформаційних полів первинних даних. Дублювання інформаційних потоків призводить до додаткових витрат на формування звітності на рівні лікувально-профілактичного закладу (ЛПЗ), що негативно позначається на ефективності його роботи. Наявний недолік первинної інформації на регіональних рівнях. Ще одним підтвердженням є сформована останнім часом практика разових запитів з місць різних показників, відсутніх у зведених звітах, формування яких на місцях можливе тільки із затверджених облікових первинних форм.

Таким чином, існуюча система первинного обліку не дозволяє вирішувати в повному обсязі нові завдання, що виникають у санітарно-епідеміологічній службі, оскільки не дозволяє реєструвати всю необхідну інформацію, орієнтована в основному на ручну обробку або, у найкращому разі, на потокове введення на обмеженій кількості робочих місць.

Сформована практика автоматизації медичних організацій механічно копіює систему формування зведених звітів з первинних облікових форм. При цьому успадковуються всі проблеми зведеної звітності,

перераховані вище. Найгостріше при цьому постає проблема дублювання інформаційних потоків. Це обумовлено тим, що при “механічному” переході на автоматизовану обробку в процесі формування зведених звітів найбільш трудомісткою операцією стає введення в систему первинних даних. У ситуації дублювання інформаційних потоків такий підхід до автоматизації дублює найбільш трудомістку операцію процесу обробки даних.

Більшість наявних розробок інформаційних систем у галузі здавна проектувалися як програмні продукти для рішення вузького кола завдань замовника. Дані, накопичені за допомогою різних програмних продуктів, не порівнянні між собою, оскільки засновані на різних підходах до класифікації та кодування інформації. Як наслідок, розроблені компоненти дуже часто не можуть бути інтегровані в одну систему, а отже, не можуть без кардинального перепроектування і переробки стати складовою єдиної інформаційної системи охорони здоров'я. Зробити таке допрацювання можливо тільки після побудови комплексної системи стандартів інформатизації в охороні здоров'я. Найчастіше в такій ситуації економічно доцільніше розробити компоненти системи заново, з огляду на комплексну постановку завдання побудови єдиної інформаційної системи охорони здоров'я (ЄІСОЗ). Це тривалий процес і на час його реалізації необхідно передбачити розумні вкладення в доробку існуючих та працюючих сьогодні систем.

Більшість розробок орієнтована на потокове введення на обмеженій кількості робочих місць. Тому неминує наближення місця введення даних у систему безпосередньо до місця виникнення інформації – на робоче місце кожного медичного працівника. Проблема може бути вирішена тільки при кардинальній зміні підходів до побудови програм – переходу до багаторівневих програм, створених з використанням сучасних засобів розробки, які істотно вирішують швидку доставку програм на робоче місце і їх супровід.

Вважаємо, що одним з найважливіших компонентів ЄІСОЗ має бути система моніторингу санітарно-епідеміологічної ситуації (СМСЕС). Створення СМСЕС забезпечить можливість більш ефективно виконувати завдання з регулювання і контролю в галузі санітарно-епідеміологічного благополуччя населення на основі застосованих сучасних комп'ютерних та інформаційних технологій.

СМСЕС дозволить органам управління санітарно-епідеміологічної служби здійснювати ефективний моніторинг і оперативне прийняття управлінських

рішень на основі аналізу накопиченої інформації, проводити збалансовану політику в області санітарно-епідеміологічного благополуччя населення, здійснювати контрольні-наглядові функції за діяльністю медичних установ, підконтрольних об'єктів, факторами навколишнього середовища.

На рис. 1 наведена схема інформаційної взаємодії СМСЕС із іншими системами ЄІСОЗ.

Зовнішніми інформаційними системами будуть виступати наступні:

- Медико - статистична система ЄІСОЗ;
- Система управління фінансами ЄІСОЗ;
- Система управління лікарським забезпеченням, моніторингу лікарського обороту ЄІСОЗ;
- Система управління ресурсами ЄІСОЗ;
- Система управління якістю ЄІСОЗ;
- Державні бази даних та інформаційні системи інших міністерств і відомств.

Впровадження інформаційної системи і використання співробітниками СЕС засобів обліку та ведення всіх випадків інфекційних і паразитарних захворювань дозволить автоматизувати процес побудови будь-яких звітів, що агрегують наявну інформацію та відображають стан санітарно-епідеміологічної ситуації. При цьому час, що витрачається співробітниками СЕС на ручну побудову звітів, буде використано на інші виробничі роботи.

СМЕС дозволить вирішити проблеми оперативного інформування усіх органів охорони здоров'я про виявлені факти інфекційних і паразитарних захворювань, що дозволить, при необхідності, побудувати взаємозв'язок причинно-наслідкових факторів навколишнього середовища на відповідних територіях. Це дозволить більш наочно представити реальні межі вогнищ захворювань, оцінити і спрогнозувати швидкість поширення інфекцій. При цьому істотно підвищиться якість та оперативність прийняття управлінських рішень.

Система дозволить надавати кількісну і достовірну інформацію про стан санітарно-епідеміологічної ситуації по регіонах та у державі в цілому, внаслідок чого будуть вирішені основні завдання санітарно-епідеміологічного благополуччя населення. Одночасно будуть реалізовані права і обов'язки громадян, сприятливі умови життєдіяльності а також гласність та санітарно-епідеміологічне благополуччя.

Централізація збору інформації дозволить в будь-який час без додаткових затрат праці формувати порівняльні звіти, що зв'язують між собою різні показники (наприклад відображати взаємозв'язок рівня захворюваності від регулярності планових заходів

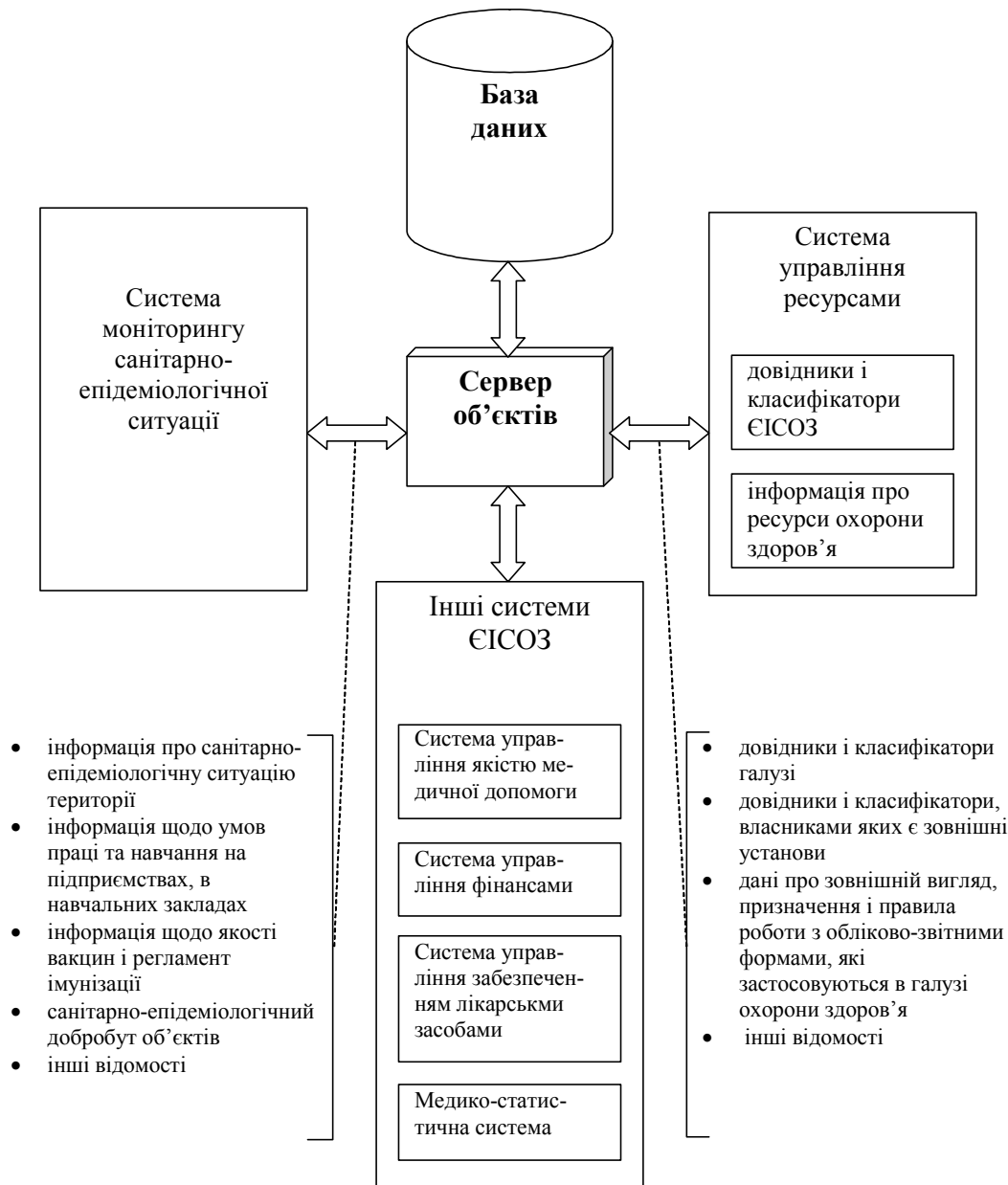


Рис. 1. Інформаційна взаємодія СМСЕС з іншими системами ЄІСОЗ

щодо перевірки об'єктів, показників дотримання в них санітарно-гігієнічних норм).

**Очікувані результати.** У результаті створення СМСЕС передбачається забезпечити:

- прозорість потоків інформації між усіма зацікавленими компонентами системи;
- відсутність багаторазового дублювання уведення інформації;
- централізоване ведення довідників і класифікаторів, що забезпечить однозначну ідентифікацію уведення інформації, що не залежить від віддаленості робочого місця;
- платформонезалежність усіх компонентів системи;

- сучасний, зручний, ергономічний інтерфейс користувача, що відповідає світовим стандартам і забезпечує максимальний обсяг корисної інформації;
- підтримку сучасних технологій формування звітів;
- можливість взаємодії з інформаційними системами інших міністерств і відомств країни.

Таким чином, забезпечення моніторингу санітарно-епідеміологічної ситуації в регіоні надасть можливість отримати відомості для об'єктивного аналізу санітарно-епідеміологічної ситуації, що складається в регіонах, її професійної оцінки і прийняття відповідних управлінських рішень щодо забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення.

СМСЕС забезпечує зберігання, накопичення та доступність інформаційного матеріалу, включаючи первинну інформацію; оперативне отримання усіяких регламентованих і не регламентованих звітів щодо санітарно-епідеміологічного нагляду; ефективну інтеграцію існуючих організацій обліку та обробки інформації.

**Висновки.** СМСЕС дозволить автоматизувати процедуру моніторингу санітарно-епідеміологічної ситуації в державі, організацію збору та обробки електронної інформації із усіх регіонів і надання необхідної інформації учасникам системи охорони здоров'я та зацікавленим організаціям відповідно до діючого законодавства, а також своєчасне інформування відповідальних підрозділів Міністерства охорони здоров'я.

Стане можливим рішення завдань:

- оперативного прийняття ефективних управлінських рішень щодо стабілізації санітарно-епідеміологічної ситуації на всіх рівнях санітарно-епідеміологічної служби;

#### **Література**

1. Авалиани С. Л. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (Мировой опыт). Издание второе. / Авалиани С. Л., Андрианова М. М., Печенникова Е. В. – Москва, 1997.
2. Генкин А. А. Новая информационная технология анализа медицинских данных (программный комплекс ОМИС) / А. А. Генкин. – СПб. : Политехника, 1999. – 191 с.
3. Кацнельсон Б. А. Оценка риска как инструмент социально-гигиенического мониторинга / Б. А. Кацнельсон, Л. И. Привалова, С. В. Кузьмин. – Екатеринбург : Издательство АМБ, 2001. – 244 с.
4. Мельниченко М. Г. Порівняльне прогнозування як критерій ефективності дуального моніторингу навколишнього середовища в великих промислових містах / М. Г. Мель-

- формування єдиного інформаційного банку даних санітарно-епідеміологічної служби на рівні регіону;
- виключення дублювання інформації;
- скорочення витрат праці, необхідних для моніторингу санітарно-епідеміологічної ситуації;
- забезпечення автоматизованого інформаційного обміну між відомчими інформаційними системами державних органів у сфері санітарно-епідеміологічного благополуччя населення;
- інтеграції інформації з об'єктів контролю (медичні організації та виробничі об'єкти);
- забезпечення зацікавлених відомств актуальною і достовірною інформацією про об'єкти контролю на території України;
- забезпечення можливості ефективного автоматизованого інформаційного обміну у сфері санітарно-епідеміологічного нагляду;
- забезпечення автоматизації формування показників санітарного стану.

5. Минцер О. П. Информационная основа медицины третьего тысячелетия – медицинский электронный паспорт / О. П. Минцер // Медицинский всевіт. – 2002. – Т. 2, № 1-2. – С. 13-19.
6. Методические рекомендации по анализу и управлению риском содействия на здоровье населения вредных факторов окружающей среды / [Быков А. А., Соленова Л. Г., Земляная Г. М., Фурман В. Д.]. – М.: Издательство “АН-КИЛ”, 1999. – 72 с.

УДК 616.092

## ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗДОРОВЬЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА УПРАВЛЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ

Г.Л. Апанасенко

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

В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты проблемы управления индивидуальным здоровьем.

**Ключевые слова:** управление, индивидуальное здоровье.

## ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я: ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА УПРАВЛІННЯ, ІНФОРМАЦІЙНІ АСПЕКТИ

Г.Л. Апанасенко

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

В статті розглядаються теоретичні та практичні аспекти проблеми управління індивідуальним здоров'ям

**Ключові слова:** управління, індивідуальне здоров'я.

## INDIVIDUAL HEALTH: THEORY AND PRACTICE OF CONTROL, INFORMATION ISSUES

H.L. Apanasenko

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

The article presents the theoretical and practical aspects of individual health

**Key words:** management, individual health

**Введение.** Уже давно стало очевидным, что чисто “клинические” методы решения проблем здоровья населения малоэффективны. Концепция факторов риска развития заболеваний также не приводит к желаемому результату в современных условиях [4]. Обоснована новая стратегия здравоохранения (в широком понимании этого термина) – **стратегия управления здоровьем индивида** [6]. Эта стратегия, проходя красной нитью через все этапы процесса формирования, сохранения и укрепления здоровья (“я знаю, я хочу, я умею, я делаю”), ставит своей целью достижение конечной цели оздоровления – “безопасного уровня” здоровья [5].

Эффективность любого процесса управления во многом определяется полнотой анализа управляемого объекта. А “управляемый объект” – это индивидуальное здоровье. Используемая до сего времени в практическом здравоохранении модель диагностики здоровья основана на альтернативе “здоров-

болен”: если у пациента не выявлено признаков заболевания, а все показатели находятся в пределах “нормы”, методом исключения делается вывод о том, что он здоров. Подобный подход, не дающий прямой информации об объекте, не дает возможности строить реальный процесс управления.

В гигиене линией разграничения между здоровьем и болезнью является так называемый 95% доверительный интервал (10). Таким образом, идентифицируются понятия “статистическая норма” и “индивидуальное здоровье”. Полагаем, что это принципиальная ошибка, затрудняющая решение практических задач здравоохранения (особенно ярко это проявляется в оценке физического развития детей и подростков [1]). “Норма” – категория динамичная, во многом зависящая от условий жизнедеятельности индивида. К примеру, для элитного спортсмена, успешно выполняющего свою социальную функцию (достижение высокого спортивного резуль-

© Г.Л. Апанасенко

тата), “нормально” иметь отклонения от “нормы” [3]. Кроме того, уже сейчас есть все основания говорить о различных уровнях, ресурсах здоровья отдельных индивидов. А утверждение о том, что один индивид “нормальнее” другого, выглядит абсурдным.

В самом деле, один и тот же человек, у которого показатели всех функций в пределах “нормы”, может реализовать себя как бухгалтер, инженер-программист, врач и пр., но он не пригоден к выполнению профессиональных обязанностей летчика, водолаза, горноспасателя и т.п. по причине низких для этих областей деятельности резервов здоровья. Дело заключается еще и в том, что “физиологическая норма” как “функциональный оптимум” (наиболее распространенное определение “нормы”), еще не есть объективное отражение процессов здоровья. В самом деле, состояние утомления характеризуется нарушением оптимизации, развитием дезэкономизации и дискоординации функций организма, выходом отдельных показателей далеко за пределы “физиологической нормы”. Однако это нормальная физиологическая реакция. Можно даже утверждать, что выход отдельных показателей функций организма под влиянием различных воздействий за пределы “нормы” является одним из условий существования самой нормы (тренировка механизмов гомеостаза). Таким образом, характеристика здоровья на принципах нормологии реализована быть не может.

На сегодня существует ещё более 150 дефиниций здоровья – от “благополучия” (ВОЗ) до “равновесия с окружающей средой” и “оптимального функционирования органов и систем” [13 и др.], но они также не дают достаточной информации об управляемом объекте, пригодной для формирования управляющих действий.

Многочисленные попытки охарактеризовать индивидуальное здоровье прямыми показателями и построить шкалу “позитивного” здоровья [15, 16 и др.] были малоуспешными по одной простой причине – до сегодняшнего дня не разработана теория индивидуального здоровья, а все его дефиниции основываются на формулировках, в которых отсутствуют элементы операциональности. Операциональное определение – научно необходимое условие перевода общего абстрактного суждения в точно отграниченные реалии, которые могут быть воспроизводимо идентифицированы [8]. Такое определение должно содержать правила, описывающие способ, каким может быть стандартно охарактеризовано состояние объекта, которым следует управлять.

Следовательно, конкретизация сущности индивидуального здоровья – основная методологическая

проблема, без решения которой не может быть построена шкала “позитивного” здоровья.

#### **Сущность и проявления здоровья.**

Логично предположить, что до тех пор, пока не будет создана адекватная модель оценки общего состояния целостного организма, все попытки охарактеризовать сущность индивидуального здоровья будут безуспешными.

**В основе здоровья индивида – феномен жизни, или жизнеспособность** [2], обеспечиваемая типовыми специализированными структурами. Деятельность этих структур реализуется постоянной циркуляцией потоков пластических веществ, энергии и информации внутри системы, а также между ней и окружающей средой. Именно они – эти потоки – определяют наличие феномена жизни. Эти потоки, а также особенности возмущающих воздействий на биосистему, поддаются научному анализу, что дает возможность характеризовать биосистему, степень ее устойчивости (совершенства) в целом. Эта характеристика и является предпосылкой для оценки количества, уровня здоровья.

Говоря о человеке как высшей форме реализации феномена жизни, следует помнить о его способности познавать и преломлять через себя картину окружающего его мира, ощущать свое место среди себе подобных и самовыражаться через социальную активность. Эти способности характеризуют психические (эмоционально-интеллектуальные) и духовные аспекты здоровья человека как высшие проявления его целостности. Высшие уровни организации человека – психика и духовность – могут выступать в качестве стимулятора либо тормоза биологического субстрата (в зависимости от конкретных условий жизнедеятельности). В то же время, оценивая состояние биологического субстрата, мы, тем самым, косвенно оцениваем и более высокие уровни организации человека.

Наиболее радикальное отличие живых систем от неживого заключается в **способности их к самоорганизации** – саморегулированию, самовосстановлению, самообновлению, а также саморазвитию и самовоспроизведению. Это и есть биологическая сущность здоровья. Она может быть описана различными сторонами процесса самоорганизации биосистемы – реакциями гомеостаза, адаптации, реактивности, резистентности, репарации, регенерации, биоритмами и т.д., а также процессом онтогенеза. Каждая из этих реакций, интегрируясь с другими, имеет характер **процесса**, определяющего **состояние** биосистемы. Таким образом, здоровье – это состояние, обусловленное множеством взаимосвязанных процессов.

Механізми самоорганізації біосистеми не обмежуються перерахованими реакціями. В останні роки швидко розвивається нове напрямлення в описанні властивостей живого – інформаційно-полева його структура. Появляється все більше сторонників теорії, згідно якої електромагнітні поля в біологічних системах грають регуляторну і інформаційну роль. В частині, П. П. Гаряев [9] передбачає (доказав це в остроумних експериментах), що хромосомний апарат кліток функціонує як джерело електромагнітних полів і одночасно як їх прийомник. Ці поля малої потужності, які можуть бути зареєстровані, є, ймовірно, хвильовим генетичним інформаційним каналом, що з'єднує геноми окремих кліток організму в цілісний континуум, що працює як біокomp'ютер.

Розглядаючи організм людини як складну систему полів, можна допустити, що ці поля не тільки впливають на процеси життєдіяльності (біохімічні реакції) в організмі і через них на його функції, але і передують порушенню цих функцій.

Слід відзначити, що здоров'я – категорія не тільки медико-біологічна, але і соціальна. Виконання людиною своїх біологічних і соціальних функцій можна трактувати як **проявлення здоров'я**. Чим вище здатність індивіда реалізувати свої біологічні і соціальні функції, тим, відповідно, вище рівень його здоров'я.

Від відповідності життєвих установок, притязань індивіда і проявлень здоров'я формується та чи інша ступінь **благополуччя** – фізичного, душевного і соціального.

Виходячи з сутності, визначення індивідуального здоров'я можна представити наступним чином: **здоров'я – динамічне стан, який визначається резервами механізмів самоорганізації (стійкістю до впливу різних факторів і здатністю компенсувати патологічний процес), характеризується енергетичним, пластичним і інформаційним забезпеченням процесів самоорганізації, а також є основою проявлення біологічних (вживаність – збереження особини, репродукція – продовження роду) і соціальних функцій.**

Відповідно до цього підходу ми маємо виділити індивідуальне здоров'я в самостійну медико-соціальну категорію, яка може і повинна бути охарактеризована прямими показателями. Приведена визначення є операційною, так як має повністю ідентифіковані критерії

(механізми самоорганізації; енергетичні, пластичні і інформаційні резерви їх забезпечення; проявлення здоров'я). Важливо також відзначити, що в даному визначенні відображені і соціальні аспекти індивідуального здоров'я (його проявлення в формі реалізації соціальних функцій), без яких будь-яке визначення здоров'я буде неповним.

Між медико-соціальними станами “здоров'я” і “хвороба” виділяють перехідний (пограничний) – так зване **“третє стан”**, який характеризується “неповним” здоров'ям. Воно може бути охарактеризовано як суб'єктивними, так і об'єктивними показателями. Таким чином, мова йде про відхилення в стані здоров'я, які ще не вкладаються в конкретну нозологічну модель.

Очевидно, необхідна єдина шкала здоров'я, на якій були б представлені всі рівні здоров'я. Така шкала представляє собою систему координат, на одній осі якої – рівень здоров'я, на другій – медико-соціальні стани, що залежать від цього рівня.

Практика показує, що в останні десятиліття важко зустріти людину без будь-яких ознак патологічного процесу. Відповідно, **альтернативна оцінка “здоров” або “хвороба” – некоректна; необхідно встановити, наскільки здоров (рівень здоров'я) і наскільки хвороба індивіда (клінічний діагноз).** Від взаємозв'язку процесів здоров'я і хвороби залежить прогноз стану конкретного індивіда – одужання, перехід захворювання в хронічну форму, смерть.

#### **Діагностика здоров'я.**

Виділяють три типи діагностичних моделей: нозологічна діагностика, донозологічна діагностика і діагностика здоров'я по прямим показателям. Нозологічна діагностика ставить своєю задачею встановлення характеру захворювання (в відповідності з Міжнародною класифікацією хвороб), а донозологічна – визначення стадії адаптаційного процесу на шляху від здоров'я до хвороби.

#### **Діагностика здоров'я по прямим показателям.**

Важливо очевидно, що в якості показателів, кількісно характеризують рівень індивідуального здоров'я, можуть використовуватися тільки ті, які пов'язані з його сутнісними характеристиками. До них належать показателі, в тій чи іншій ступені відображають діяльність механізмів самоорганізації живої системи – адаптації, гомеостазу, реактивності і т. д. В якості показателів рівня здоров'я більш прийнятніше використовувати характеристики **проявлень** здоров'я, так як вони відображають результат діяльності всієї складної

нейшей функциональной системы – Человек. Чем эффективнее выполнение биологических и социальных функций, тем уровень здоровья выше.

Теоретически возможно построение диагностической модели, основанной на характеристике всех указанных функций, но это будет сложная и неудобная для практического применения модель. Очевидно, следует остановиться на одной, но основополагающей функции, с угасанием которой невозможно выполнение и других. Этой функцией является функция выживания, то есть жизнеспособность.

К настоящему времени наиболее распространены две модели диагностики уровня здоровья по прямым показателям: определение биологического возраста (для его определения используются “батареи” тестов различной степени сложности, они подробно описаны в литературе) и оценка энергопотенциала (резервов биоэнергетики) на организменном уровне. Обе они характеризуют биологическую функцию выживания – одно из основных проявлений здоровья.

Доказано, что проблема измерения степени жизнеспособности, иными словами – уровня соматического здоровья, упирается в проблему оценки мощности и эффективности аэробного энергообразования (2). При определении информативной ценности наиболее распространенных методов количественной оценки индивидуального здоровья (Р.М.Баевского, Л.Х.Гаркави с соавт., К.Купера, И.А.Гундарова и др., Г.Л.Апанасенко) было установлено, что наибольшей диагностической эффективностью обладает именно этот подход [7].

Анализ результатов популяционных исследований позволил впервые описать феномен “безопасного

уровня” здоровья (IV-V уровни) и дать ему количественную характеристику [5]. В “безопасной зоне” здоровья практически не регистрируются эндогенные факторы риска, манифестированные формы хронических неинфекционных заболеваний, низок риск смерти от них. Годом позже наличие феномена “безопасного уровня” здоровья подтверждено американскими исследователями [14].

При выходе индивида из “безопасной зоны” здоровья проявляется феномен “саморазвития” патологического процесса без изменения силы действующих факторов (условий существования): вначале формируются эндогенные факторы риска, развивается патологический процесс и происходит его манифестация в виде конкретной нозологической формы. Описаны механизмы развития этого феномена [6].

#### **Возможности практической реализации теоретических данных.**

Совершенно очевидно, что реализация изложенных теоретических данных до сего времени не используется в сфере здравоохранения, ибо это противоречит парадигме ведомства – лечить больных. Наиболее близким к проблеме сохранения и укрепления здоровья здоровых является специалист по восстановительному лечению. В то же время специалисты этого профиля недостаточно подготовлены в области как диагностики здоровья, так и методов, обеспечивающих весь процесс управления здоровьем индивида. Отсюда следует необходимость расширения и реформирования образовательного стандарта в медицинских ВУЗах с целью подготовки специалистов в области здоровьесберегающих технологий.

#### **Литература**

1. Апанасенко Г.Л. Физическое развитие детей и подростков / Г.Я. Антоненко. – К.: Здоровье, 1985. – 80 с.
2. Апанасенко Г.Л. Эволюция биоэнергетики и здоровье человека / Г.Л. Апанасенко. – СПб.: Петрополис, 1992. – 137 с.
3. Апанасенко Г.Л. // Наука в Олимпийском спорте Г.Л. Апанасенко. – 2000. – № 1. – С. 56-59.
4. Апанасенко Г.Л. // Валеология Г.Л. Апанасенко. – 2005. – № 2. – С. 69-74.
5. Апанасенко Г.Л., Науменко Р.Г. // Теория и практика физической культуры. – 1988. - № 4, – С. 29-31.
6. Апанасенко Г.Л. Медицинская валеология / Г.Л. Апанасенко, Л.А. Попова. – К.: Здоровье, 1998. – 248 с.
7. Безматерных Э.Л., Куликов В.П. // Физиология человека. – 1998. – № 3. – С. 79-85.
8. Власов В.В. // Воен.-мед. журнал. – 1998. – № 2. – С. 47-50.
9. Горяев П.П. Волновой генетический код / П.П. Горяев. – М., 1997. – 240 с.

10. Гончарук Е.И. Общая гигиена / Е.И. Гончарук. – К.: Здоровье, 1995. – 495 с.
11. Земцова В.И. Обучение здоровью как направление физкультурного образования. [Мат. IV Межд. Конгресса валеологов]. – СПб: Академия последипломного образования, 2005. – С. 144-146.
12. Маляренко Ю.Е., Быков А.Т., Кураев Г.А. и др. // Валеология. – 2005. – № 1. – С. 5-16.
13. Царегородцев Г.И. Общество и здоровье человека. / Г.И. Царегородцев. – М.: Медицина, 1973. – 238 с.
14. Blaire S., Kone H., Paffenberger R. a.o. Physical fitness a. all-cause mortality // JAMA, 1989. – Vol.17, № 7. – P.2395-2401.
15. Chiang C.L., Cohen R.D. How to measure health: A stochastic model for an index of health// Internat.J.Epidemiol. – 1973. – Vol. 2, – 1. – P. 7-13.
16. Krall J.M. An index of health: An application in accidents/ / Manag.Sci. – 1972. – Vol. 18. – № 12. – P. 744-749.



УДК 616.092

## SIR-МОДЕЛЮВАННЯ ЕПІДЕМІЇ ГОСТРИХ РЕСПІРАТОРНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

**В.П. Марценюк, Н.В. Цяпа**

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

В роботі реалізовано підхід до аналізу розповсюдження інфекційних захворювань на основі SIR-моделей. На їх основі запропоновано методи розрахунку ряду епідеміологічних показників.

**Ключові слова:** епідемія ГРЗ, SIR-модель.

## SIR-МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭПИДЕМИИ ОСТРЫХ РЕСПИРАТОРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

**В.П. Марценюк, Н.В. Цяпа**

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

В работе реализован подход к анализу распространения инфекционных заболеваний на основе SIR-моделей. На их основе предложены методы расчета эпидемиологических показателей.

**Ключевые слова:** эпидемия ОРЗ, SIR-модель.

## SIR-MODELING OF EPIDEMY OF ACUTE RESPIRATORY DISEASES

**V.P. Martsenyuk, N.V. Tsyapa**

*Ternopil Medical University by I.Ya. Horbachevsky*

In the work approach for analysis of extension of infectious disease based on SIR-modelling is implemented. Based on it methods for calculation of epidemiologic indexes is offered.

**Key words:** epidemic of acute respiratory disease, SIR-model

**Вступ.** За даними ВООЗ, в найближчі роки очікується зростання інфекційної патології, що обумовлене відомими екологічними і соціально-економічними проблемами – низьким рівнем життя і майже повною відсутністю у більшості населення планети адекватної медичної допомоги [1, 2]. Згідно з прогнозами, в першій половині поточного століття в будь-якій географічній точці планети слід чекати епідемії або спалахів як “нових”, так і “старих” інфекційних захворювань.

Основними чинниками, які зумовлюють складність вирішення задач оперативного аналізу і прогнозу розвитку епідемій (спалахів) ГРЗ, а також завдань протидії, є наступні: масовість і висока швидкість розповсюдження патогенів, коли за короткий період часу можлива поява великого числа хворих людей; збої в роботі медичних установ і органів охорони здоров'я, коли число уражених людей стає надзвичайно вели-

ким, а можливості наявних сил і засобів по протидії ГРІ обмежені; гострота або навіть криза в розвитку санітарно-епідеміологічної ситуації в осередках ураження через початкову невідповідність наявних можливостей і реальних потреб в засобах протидії ГРІ; необхідність швидкого (оперативного) аналізу і прогнозу обстановки з виробленням адекватного рішення по організації реалізації і управлінню силами і засобами протидії з єдиного центру з метою виявлення, локалізації і ліквідації епідемій при мінімальних соціальних і інших наслідках [1, 2].

В цих умовах особливого значення набувають випереджаючі наукові дослідження з аналізу і прогнозу вірогідних сценаріїв розвитку епідемій ГРЗ. Технології математичного і комп'ютерного моделювання епідемій (адекватний науковий інструментарій) дозволяють завчасно оцінювати масштаби і наслідки епідемій ГРЗ.

© В.П. Марценюк, Н.В. Цяпа

Метою даної роботи є застосування підхід SIR-моделювання для аналізу та прогнозування епідемії ГРЗ.

**Матеріали та методи дослідження.** Розглянемо просту епідемічну модель, в якій припускається, що довільна частина популяції, яка складається із *сталої* кількості ( $N$ ) осіб, може знаходитися лише в двох станах: вразливому ( $S$ ) і інфікованому ( $I$ ),  $S + I = N$ . Припустимо, що кожна інфікована особа є носієм вірусу, який випадковим чином вибирає в доступному просторі потенційну “жертву” із знову ж таки середньою сталою швидкістю  $\beta$  за одиницю часу (на пошук і зараження однієї особи в середньому затрачається  $1/\beta$  одиниць часу).

На основі попереднього аналізу даних Тернопільської обласної СЕС та моделі (1) (в якій роль  $\beta$  відіграє параметр  $\gamma$ ) бачимо, що на інфікування однієї особи в середньому затрачалося 2 доби, при цьому для дорослих цей час становив 1,67 доби, а осіб дитячого віку – 2,5 доби.

Ввівши змінні  $i = I/N$  та  $s = S/N$ , отримаємо рівняння динаміки частки інфікованих осіб:

$$\frac{di}{dt} = \beta(1-i)i \quad (1)$$

### Основна частина

#### SIR-модель та її варіанти

Фактори, що забезпечують згасання епідемій, можна оцінити на моделі, в якій особи популяції існують в трьох станах: вразливому ( $S$ ), зараженому ( $I$ ) та невразливому ( $R$ ).  $S + I + R = N$ . Спочатку вважатимемо, що особи є невразливими лише після лікування від інфекції (за умови відсутності прошарку щеплених осіб). Введемо швидкість розповсюдження вірусу  $\beta$  та сталу середню швидкість “імунізації” за одиницю часу  $\gamma$ , відому також як середню швидкість одужання. Тобто  $1/\gamma$  – середній період інфікування. Отримуємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{ds}{dt} = -\beta is \\ \frac{di}{dt} = \beta is - \gamma i \\ \frac{dr}{dt} = \gamma i \end{cases} \quad (2)$$

В реальних умовах імунітет шляхом життя проти епідемічних заходів набувають не лише інфіковані особи ( $I$ ), але й вразливі ( $S$ ). Припускаючи, що середня швидкість імунізації приблизно однакова для осіб обох типів і дорівнює (настільки ж малій) величині  $\gamma$ , отримуємо:

$$\begin{cases} \frac{di}{dt} = \beta i(1-r-i) - \gamma i \\ \frac{dr}{dt} = \gamma(1-r) \end{cases} \quad (3)$$

Динаміка системи із змінним числом осіб буде визначатися швидкістю приросту нових вразливих ( $S$ ) осіб  $\alpha$ :

$$\begin{cases} \frac{ds}{dt} = -\beta is - (\gamma + \alpha)s + \alpha \\ \frac{di}{dt} = \beta is - (\gamma + \alpha)i \\ \frac{dr}{dt} = \gamma(1-r) - \alpha r \end{cases} \quad (4)$$

### Результати та їх обговорення

Рівняння (1) має аналітичний розв’язок. Припускаючи, що в початковий момент часу  $t_0 = 0$  частка інфікованих осіб складає  $i_0$ , отримуємо залежність:

$$i(t) = \frac{i_0 \exp(\beta t)}{1 + i_0(\exp(\beta t) - 1)} \quad (5)$$

з якої випливає, що епідемія в прийнятій моделі повністю визначається двома параметрами: швидкістю розповсюдження вірусу ( $\beta$ ) і початковою зараженістю популяції, яка розглядається ( $i_0$ ).

(5) – це логістична функція. З даних Тернопільської обласної СЕС від 26.10.2009 випливає, що  $i_0 \sim 10^{-3} \dots 10^{-4}$ , тобто можна припускати, що ГРЗ почали розповсюдження в області з кількох сотень осіб.

Динаміка функції (5) характеризується трьома чітко відмінними етапами:

1-й етап – порівняно повільне (але тим не менше експоненційне) наростання зараженості до порогового рівня  $i_{\text{пор}} \approx 0,05$ . Швидкість подвоєння частки заражених осіб дорівнює  $\ln(2)/\beta$ .

2-й етап – фаза спалаху (outbreak) в діапазоні  $0,05 < i < 0,95$ . Її тривалість визначається лише швидкістю розповсюдження  $\beta$  і приблизно дорівнює  $5,89/\beta$ . Так для епідемії ГРЗ в Тернопільській області при  $\beta=0,5$  тривалість даної фази становить 11,78 діб.

3-й етап – насичення,  $i > 0,95$ . На цій ділянці при випадковому розповсюдженні вірусів інфіковані особи контактують переважно одна з одною, тому “вцілілі” особи можуть залишатися “чистими” неозначено тривалий час.

Для досягнення порогу насичення  $i=0,95$  вимагається час

$$\frac{1}{\beta} \ln \left[ \frac{0,95 - 0,95i_0}{0,05i_0} \right],$$

з чого випливає, що динаміка епідемії не залежить від масштабів популяції або підпопуляції (в межах застосовності моделі, яка розглядається). Наприклад, місто чисельністю 236 тисяч мешканців, в якому в початковий момент часу буде інфіковано 670 осіб, буде практично повністю заражене за той же час, що й уся одномільйонна область, де в початковий момент виявиться 3000 інфікованих осіб.

Обчислення порогу насичення на основі моделі (1) показують, що для Тернопільської області він буде досягнутий через 17,62 доби, в той час як для міста Тернопіль – через 16,08 доби.

З отриманих раніше математичних результатів випливає, що:

1. Стан колективного імунітету популяції відносно зараження певним вірусом є головною загрозою. Показано, що навіть віруси, які розповсюджуються випадковим чином і, отже, є найповільнішими, здатні швидко вразити міста і країни.

2. Експоненційний ріст кількості інфікованих в будь-якій популяції свідчить про відсутність захисних механізмів або про їх повну неефективність.

3. Механізм “випадкового інфікування” обмежується на початку епідемії швидкістю розповсюдження вірусів в популяції. Значно її підвищують такі фактори: виділення для кожного вірусу певного фрагмента популяції, пошук придатних “мішеней” в зараженій популяції тощо. Якщо, наприклад, сприйнятливою до вірусу є лише половина популяції, то з (2) випливає, що це еквівалентне подвоєнню швидкості зараження кожні  $1/\beta$  діб.

4. Миттєва швидкість поширення вірусу  $\beta$  значною мірою залежить від руху вірусу в межах популяції.

5. Системи раннього оповіщення про розвиток епідемії виявляться ефективними лише на ділянці  $i \ll i_{\text{пор}}$  і при вкрай низьких значеннях  $\beta$ .

Так, оскільки час настання порогу спалаху епідемії в даній моделі може бути розрахований за формулою:

$$t_{\text{пор}} = \frac{1}{\beta} \ln \left[ \frac{0.05 - 0.05i_0}{0.95i_0} \right],$$

то, за даними Тернопільської обласної СЕС, для області (значення  $t_0 = 0.002834$  та  $\beta = 0.5$ ) цей час склав би не більше 5-6 діб, а для міста Тернопіль (значення  $t_0 = 0.006085$  та  $\beta = 0.5$ ) 4 доби.

5. Епідемія стає згубнішою, якщо відбувається масштабне попереднє зараження. Чим ближче  $i_0$  до  $i_{\text{пор}}$ , тим ширшими можуть виявитися наслідки ураження вірусом.

Аналіз епідемії ГРЗ в Тернопільській області в період з 26.10.09 по 09.11.09 на основі простої моделі (1) показав задовільне співпадання результатів моделювання з реальною динамікою епідемії. В той час, як за допомогою моделі (1) на основі експериментальних даних можуть бути встановлені показники, пов’язані із швидкістю розповсюдження захворювання, при аналізі епідемії ГРЗ в Тернопільській області вона не дає бажаного оцінювання граничного значення числа інфікованих осіб.

У моделі (2) існує порогова умова для розвитку епідемії. На ділянці зростання  $i(t)$  похідна  $di/dt$  повинна бути більше 0. Оскільки  $s(t)$  неперервно зменшується за рахунок інфікованих осіб, то отримуємо, що для початку епідемії потрібно:

$$s(0) > \gamma/\beta \equiv \rho. \quad (6)$$

На жаль, ця умова виконується дуже легко, оскільки  $\gamma$  визначається людською легковажністю до свого здоров’я та необхідністю специфічного для вірусу лікування, а  $\beta$  – постійно зростаючими переміщеннями людей і разом з ними вірусів. Частка уразливих осіб переважно дуже велика. Тому практично завжди  $\beta$  на багато порядків переважає  $\gamma$ . Наприклад, при моделюванні епідемії ГРЗ в Тернопільській області у жовтні-листопаді 2009 р. узгодження з реальними даними досягнуте при співвідношенні  $\beta/\gamma \sim 10^2$ .

Модель (2) було використано для аналізу епідемії ГРЗ у Тернопільській області. При цьому найкраще узгодження з експериментальними даними було досягнуто при встановлених значеннях параметрів: для швидкості розповсюдження захворювання  $\beta = 0,5$  особа<sup>-1</sup> × доба<sup>-1</sup> та середній швидкості одужання  $\gamma = 0,005$  доба<sup>-1</sup> (рис.1):

У моделі (3) умова розвитку епідемії (6) зберігається.  $r(t) = 1 - \exp(-\gamma t)$ , звідки випливає, що при досить великому часі будь-яку епідемію теоретично можна було б здолати. Проблема полягає лише в тому, що цей час може виявитися неприйнятно великим.

Як показано в роботі [3], при “вакцинації» уразливих осіб для помітного епідемічного спалаху необхідно, щоб швидкість інфекціонування перевищувала швидкість імунізації на два порядки і більше, для того, щоб за час порядку  $1/\gamma$  був пройдений поріг спалаху  $i_{\text{пор}}$ . Сучасні віруси ГРЗ безперешкодно долають таку умову. Можливим виходом було б миттєве реагування та невідкладне запровадження адекватних лікувально-профілактичних заходів. Це послужило б суттєвим фактором обмеження епідемічних ризиків, звичайно при умові, що самі протиепідемічні заходи не будуть порушувати дієвість імунної системи і створювати для неї нові небезпечні загрози.

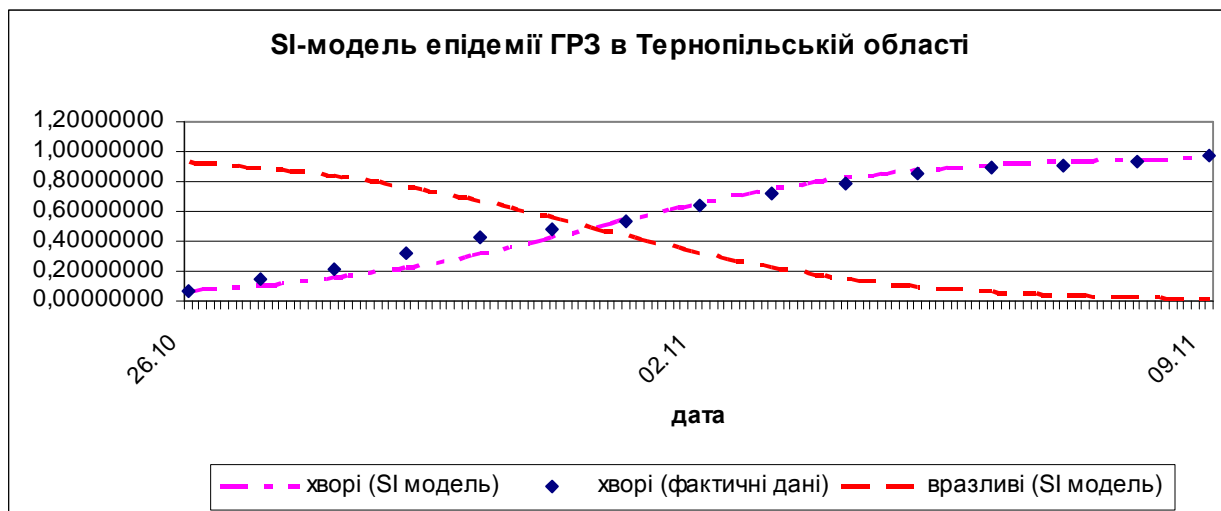


Рис. 1. Порівняння результатів моделювання на основі SI-моделі (2) з реальними даними.

На практиці ж імунізація незаражених осіб здійснюється набагато повільніше, згідно з принципом «поки грім не вдарить». До того ж, частина осіб, які одужали, так і залишаються під загрозою захворювання на ГРЗ, а при розширенні популяції з'являються нові особи, які також вразливі для вірусів. Тому

регулярно можуть відбуватися повторні епідемічні спалахи.

Модель (3) було використано для аналізу епідемії ГРЗ в Тернопільській області (рис.2). Модель показує, що при такому співвідношенні параметрів  $\beta$  та  $\gamma$  вимагається тривалий час на повне подолання епідемії.

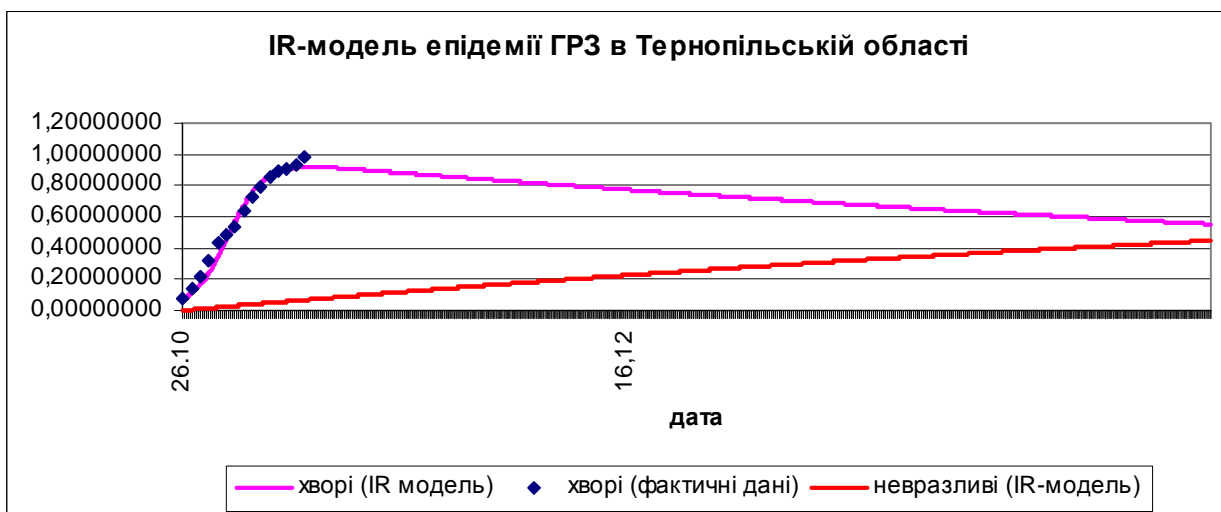


Рис. 2. Порівняння даних моделювання (3) з фактичними даними. Співвідношення параметрів  $\beta/\gamma=100$ .

Для моделі (4) умова розвитку епідемії має вигляд:

$$s > (\gamma + \alpha)/\beta \quad (7)$$

Основною відмінною рисою системи (4) є наявність сталого рівня, до якого з часом прагне частка інфікованих осіб (рис. 3). Це означає, що в реальних умовах від реального вірусу в системі з приростом вразливих осіб повністю позбавитися не можна навіть

при обов'язковій вакцинації. Хоча б незначне стале додавання вразливих осіб створює «резервації», що забезпечують повторні спалахи при сприятливих умовах.

При використанні моделі (4) для аналізу епідемії ГРЗ в Тернопільській області найкраще співпадання з експериментальними даними було отримане при значенні параметра  $\alpha=10^{-5}$ . Тобто в моделі має місце дуже незначний зовнішній приріст інфікованих осіб.

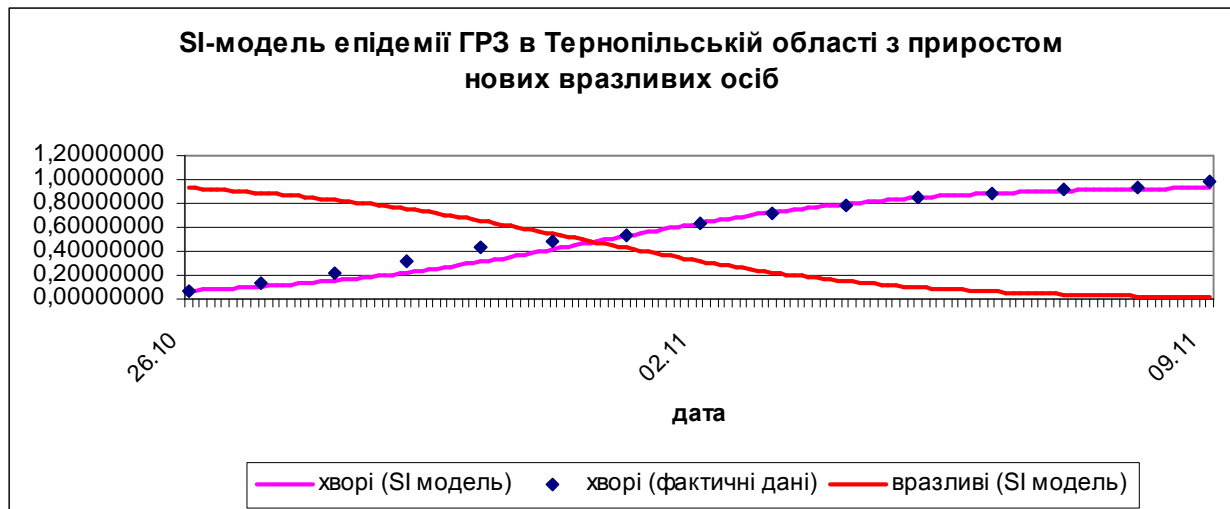


Рис. 3. Порівняння даних моделювання (4) з фактичними даними.

**Висновки.** 1. Модель логістичного типу дозволяє описати спалах епідемії і досягнення її пікового значення. При цьому вимагається, порівняно з SIR-моделлю, менше інформації, а саме лише відомості про швидкість розповсюдження вірусу та значення пікового розповсюдження захворювання.

2. Порівняно з найпростішою моделлю, SIR-моделі дозволяють описати процес “згасання” епідемії. При

цьому вимагається інформація про середній час інфікування а також про ймовірність “прибуття” нових носіїв інфекції.

3. Ефективним заходом для зниження епідемічного процесу, що, безумовно, впливає на характер кривих на рисунках 1-3 і параметрів епідемічних SIR-моделей  $\beta$  та  $\gamma$ , є введення карантинних заходів.

#### Література

1. Андрейчин М.А. Проблеми грипу А/Н1N1: минуле і сучасність / М.А. Андрейчин, В.С. Копча // Інфекційні хвороби. - №4. - 2009. - С.5-19.
2. Ковальчук Л.Я. Особливості епідемічного процесу при грипі та інших гострих респіраторних вірусних інфекціях в Тернопільській області у 2009 році / Л.Я. Ковальчук, М.А. Андрейчин, М.О. Кашуба і ін. // Інфекційні хвороби.

- №4. - 2009. - С. 20-27.

3. Марценюк В.П. Інформаційно-статистичний підхід до моделювання розповсюдження інфекційного захворювання на прикладі епідемії ГРЗ в період жовтень-листопад 2009 року в Тернопільській області / В.П. Марценюк, Н.В. Цяпа, М.О. Кашуба // Інфекційні хвороби. - №4. - 2009. - С. 50-59.

УДК 615.1.001.8:681.31

## **ІНФОРМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ АНАЛІЗУ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

**Л.М. Пономаренко, Л.Л. Давтян, Л.Ю. Бабінцева**

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

В умовах швидкого розвитку технічного прогресу актуальними є питання побудови математичних моделей для використання в фармацевтичних дослідженнях, а також моніторингу ключових показників подібних досліджень. У роботі розглянуті елементи математичного моделювання, що можуть бути застосовані для зазначених питань.

**Ключові слова:** математична модель, моніторинг, кількісні виміри, фармацевтичні дослідження.

## **ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ АНАЛИЗА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Л.Н. Пономаренко, Л.Л. Давтян, Л.Ю. Бабинцева**

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

В условиях стремительного развития технического прогресса актуальными являются вопросы построения математических моделей для использования в фармацевтических исследованиях, а также мониторинга ключевых показателей подобных исследований. В работе рассмотрены элементы математического моделирования, которые могут быть применены для обозначенных вопросов.

**Ключевые слова:** математическая модель, мониторинг, количественные измерения, фармацевтические исследования.

## **INFORMATIZATION OF PROCESSES OF ANALYSIS OF PHARMACEUTICAL RESEARCHES**

**L.N. Ponomarenko, L.L. Davtyan, L.Yu. Babintseva**

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

In the conditions of swift development of technical progress actual are questions of construction of mathematical models for the use in pharmaceutical researches, and also monitoring of key indexes of similar researches. The elements of mathematical design, which can be applied for the marked questions, are considered in work.

**Key words:** mathematical model, monitoring, quantitative measurings, pharmaceutical researches.

**Вступ.** Розвиток математичної теорії оптимального управління, обчислювальних методів оптимізації, стрімкий прогрес щодо розвитку високопродуктивних комп'ютерів створили теоретичний та інструментальний базис для побудови й аналізу математичних моделей у фармакології і фармацевтиці.

Проведення кількісних вимірів та, особливо, інтерпретацію їх результатів при фармацевтичних дослідженнях часто неможливо здійснити без допомоги і порад відповідних фахівців. Проте, панує думка, що питання застосування статистичних моделей слід ставити лише тоді, коли серія кількісних вимірів надає привід сумніватися в її обґрунтованості. А в деяких випадках навіть виникає необхідність проведення нової серії досліджень.

© Л.М. Пономаренко, Л.Л. Давтян

**Основна частина.** Відповідно до загальних принципів коректного планування випробувань обґрунтування плану кількісних вимірів при експериментальних спостереженнях має ряд обмежень. Зокрема, наскільки можливо великим має бути досліджуваний інтервал доз; передбачувана активність фармацевтичних сполук має бути адекватною оцінкою справжньої активності; окремі випробування мають співвідноситися з випробовуваними одиницями (тваринами, пробірками тощо) різними, але корельованими способами. При адекватно проведеному дослідженні через випадковість, що абсолютно може бути не пов'язана з процедурою кількісних вимірів (наприклад, через смерть тварини), можлива втрата одного або більше ефектів. Якщо довести, що випадковість

ніяк не пов'язана зі складом уведеного зразка, то можливість проведення точних розрахунків зберігається, проте формули значно ускладнюються і можуть бути пояснені лише в рамках загальних лінійних моделей.

Також можливе використання наближених методів, в яких простота збалансованого плану зберігається шляхом заміни втраченого ефекту розрахунковим значенням. Проте при застосуванні розрахункових значень показників має місце втрата інформації. Враховують її так, щоб число ступенів свободи для загальної суми квадратів і для залишкової похибки зменшувалося на кількість втрачених ефектів.

Якщо кількість втрачених даних відносно мала у порівнянні з загальною кількістю спостережень певного випробування (наприклад, менше 5 %), то подібна заміна дає цілком задовільне наближення. Зрозуміло, що перевагу краще віддавати точним розрахункам, а не приблизним оцінкам.

Результати слід інтерпретувати з великою обережністю, особливо при втраті результатів, що пов'язані переважно з однією групою або з одним блоком. Звичайно непросто є питання заміни втрачених результатів у разі випробувань без повторень. У такому разі втрачена величина може бути замінена середнім арифметичним усіх інших ефектів у межах однієї групи.

Більш точний результат можливо отримати за допомогою лінійних стаціонарних моделей. Найважливішими властивостями лінійного процесу мають бути стаціонарність та оборотність.

Підкреслимо, що стохастичний процес можна уявити як вихід лінійного фільтра, на вхід якого надходить білий шум  $a_t$ , тобто:

$$\tilde{x}_t = a_t + \psi_1 a_{t-1} + \psi_2 a_{t-2} + \dots = a_t + \sum_{j=1}^{\infty} \psi_j a_{t-j}, \quad (1)$$

де  $\tilde{x}_t = x_t - v_x$  – відхилення процесу від деякого початкового рівня або, якщо процес стаціонарний, від свого середнього значення.

Формула (1) дозволяє нам уявити процес  $\tilde{x}_t$  як зважену суму дійсних і попередніх значень іншого процесу – білого шуму  $a_t$ . Білий шум може розглядатися як послідовність некорельованих випадкових змінних із нульовим середнім значенням і постійною дисперсією:  $M(a_t) = 0$ ;  $D(a_t) = \sigma_a^2$ .

Оскільки випадкові змінні некорельовані, їх кореляційна функція повинна мати вигляд:

$$\gamma_k = M(a_t a_{t+k}) = \begin{cases} \sigma_a^2, & k = 0 \\ 0, & k \neq 0 \end{cases} \quad (2)$$

Отже, нормована кореляційна функція білого шуму буде такою:

$$\rho_k = \begin{cases} 1, & k = 0, \\ 0, & k \neq 0. \end{cases} \quad (3)$$

Модель (1) можемо записати інакше – як зважену суму минулих значень  $\tilde{x}$  плюс додатковий імпульс  $a_t$ :

$$\tilde{x}_t = \pi_1 \tilde{x}_{t-1} + \pi_2 \tilde{x}_{t-2} + \dots + a_t = \sum_{i=1}^{\infty} \pi_i \tilde{x}_{t-i} + a_t.$$

У формулі (4) процес інтерпретується як регресія поточного відхилення  $x_t$  від рівня  $v_x$  на попередні відхилення процесу  $\tilde{x}_{t-1}, \tilde{x}_{t-2}, \dots$

Співвідношення між вагами  $\psi$  і  $\pi$  можна одержати за допомогою оператора зсуву назад:

$$Bx_t = x_{t-1}, \quad B^j x_t = x_{t-j}.$$

Оператор зсуву вперед  $F = B^{-1}$  обумовлений рівностями:

$$Fx_t = x_{t+1}, \quad F^j x_t = x_{t+j}.$$

Використовуючи оператор  $B$ , можна записати вираз (1) у вигляді:

$$\tilde{x}_t = \left( 1 + \sum_{j=1}^{\infty} \psi_j B^j \right) a_t$$

або

$$\tilde{x}_t = \psi(B) a_t, \quad (5)$$

де

$$\psi(B) = 1 + \sum_{j=1}^{\infty} \psi_j B^j = \sum_{j=0}^{\infty} \psi_j B^j$$

якщо  $\psi_0 = 1$ .

Многочлен  $\psi(B)$  може розглядатися як функція, що створює ваги  $\psi$ , де  $B$  – фіктивна змінна, чия  $j$ -та степінь є коефіцієнтом при  $\psi_j$ .

Аналогічно вираз (4) можна представити у вигляді:

$$\left( 1 - \sum_{j=1}^{\infty} \pi_j B^j \right) \tilde{x}_t = a_t$$

або

$$\pi(B) \tilde{x}_t = a_t, \quad (6)$$

де  $\pi(B)$  – функція, що створює ваги  $\pi$ , обумовлена рівністю

$$\pi(B) = 1 - \sum_{j=1}^{\infty} \pi_j B^j.$$

Застосовуючи до обох частин формули (6) оператор  $\psi(B)$ , отримаємо:

$$\psi(B)\pi(B)\tilde{x}_t = \psi(B)a_t = \tilde{x}_t.$$

Отже,

$$\psi(B)\pi(B) = I,$$

$$\pi(B) = \psi^{-1}(B). \quad (7)$$

Якщо відомі ваги  $\psi$ , то, розклавши праву частину рівності (7) у ряд за степенями  $B$  та прирівнявши коефіцієнти при однакових степенях у правій і лівій частинах рівності, одержимо ваги  $\pi$ . Аналогічно вирішується зворотнє завдання.

Неважко довести, що кореляційна функція лінійного процесу (1) має вигляд:

$$\gamma_k = \sigma_a^2 \sum_{j=0}^{\infty} \psi_j \psi_{j+k}. \quad (8)$$

При  $k=0$  формула (8) дає нам дисперсію процесу:

$$\gamma_0 = \sigma_a^2 \sum_{j=0}^{\infty} \psi_j^2. \quad (9)$$

Звідси випливає, що якщо процес має кінцеву дисперсію, ваги  $\psi_j$  повинні зменшуватися досить швидко для того, щоб ряд у правій частині рівності (9) збігався.

Більш зручним засобом одержання значень  $\gamma_k$  є використання функції, що створює кореляційні моменти:

$$\gamma(B) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \gamma_k B^k, \quad (10)$$

де  $\gamma_0$  (дисперсія процесу) - це коефіцієнт при  $B^0 = 1$ , у той час як  $\gamma_k$  (кореляційний момент для затримки  $k$ ) - це коефіцієнт як при  $B^j$ , так і при  $B^{-j} = F^j$ . У роботі [4] показано, що

$$\gamma(B) = \sigma_a^2 \psi(B)\psi(B^{-1}) = \sigma_a^2 \psi(B)\psi(F). \quad (11)$$

Для пояснення методики застосування формули (10) розглянемо найпростіший процес:

$$\tilde{x}_t = a_t - \theta a_{t-1} = (1 - \theta B)a_t,$$

у якому  $\psi(B) = 1 - \theta B$ . Підставивши цей вираз у формулу (11), отримаємо

$$\gamma(B) = \sigma_a^2 (1 - \theta B)(1 - \theta B^{-1}) =$$

$$= \sigma_a^2 [-\theta B^{-1} + (1 + \theta^2) - \theta B]$$

Порівнюючи даний результат із правою частиною формули (10), знаходимо

$$\gamma_0 = (1 + \theta^2)\sigma_a^2,$$

$$\gamma_1 = -\theta\sigma_a^2,$$

$$\gamma_k = 0, \quad k \geq 2.$$

Величина, що аналізується як фіктивна змінна у твірній функції, може приймати і комплексні значення.

Для забезпечення стаціонарності лінійного процесу необхідно, по-перше, щоб він мав кінцеву дисперсію (що відповідає збіжності ряду (9)), по-друге - щоб збігався ряд  $\psi(B)$  (функція, що створює ваги  $\psi$ ) при  $|B| \leq 1$ , тобто при всіх значеннях комплексної величини  $B$ , що лежать усередині або на одиничному колі.

Стійкість математичного моделювання є основною проблемою погано обумовлених систем і, як наслідок, поганої обумовленості, некоректно поставлених завдань. Нові методи і алгоритми, що дозволяють отримати послідовні багатофакторні плани експерименту, сформувані стійку структуру рівняння регресії, априорі не відому дослідникові, та стійко оцінити коефіцієнти статистичної моделі в умовах початкової мультиколінеарності факторів дають можливість рішення завдань у реальній системній постановці.

Подібні розрахунки досить складні, якщо не забезпечується інформатизація процесів фармацевтичних досліджень. Впровадження систем моніторингу виконання фармацевтичних досліджень надає можливість одночасної корекції невалідних експериментальних даних та висвітлення можливих похибок вимірювання або інтерпретації показників.

**Висновки.** Забезпечення мінімізації кількості експериментів у фармакології і фармацевтиці можливе лише при високій надійності та достовірності результатів досліджень. Невідкладним завданням є розробка методів аналізу даних в галузі статистики математичного моделювання багатофакторності фармакологічних досліджень, багатокритерійної оптимізації, планів експериментів, стійкого оцінювання структури і коефіцієнтів моделей.

### Література

1. Мінцер О.П. Оброблення клінічних і експериментальних даних у медицині: навч. посібник / О.П. Мінцер, Ю.В. Вороненко, В.В. Власов - К.: Вища шк., 2003. - 350 с.
2. Державна Фармакопея України. Перше видання. - Харків, 2001. - 534 с.

3. ДСТУ ISO 9000:2001. Системи управління якістю. Основні положення та словник. - К.: Держстандарт України, 2001. - 27 с.

Бейли Н. Математика в биологии и медицине / Н. Бейли. - М.: Мир, 1970. - 326 с.



УДК 37.018.43:004.0

## ДИСТАНЦІЙНЕ НАВЧАННЯ В ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГІЇ

Я.В. Шкоба, Р.А. Абизов, С.С. Самойленко

*Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика,  
КЗ КОР «Київська обласна клінічна лікарня»*

У статті висвітлено наш досвід зі створення системи дистанційного навчання в оториноларингології. Вказано переваги такого навчання, його методологічні засади, запропоновано систему відбору на навчання.

**Ключові слова:** дистанційне навчання, електронне навчання, стандарти електронного навчання.

## ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГИИ

Я.В. Шкоба, Р.А. Абызов, С.С. Самойленко

*Национальная медицинская академия последипломного образования имени П.Л. Шупика  
КЗ КОС «Киевская областная клиническая больница»*

В статье представлен наш опыт по созданию системы дистанционного обучения в оториноларингологии. Указано на преимущества такой учебы, ее методологические принципы, предложена система отбора на обучение.

**Ключевые слова:** дистанционное обучение, электронная учеба, стандарты электронного обучения.

## DISTANCE EDUCATION AT ENT.

Y. Shkoba, R. Abizov, S. Samoilenko

*National Medical Academy of Postgraduate Education by P.L. Shupyk,  
Kyiv Regional hospita*

Experience of authors on development of distance education at ENT is represented in the article. It is indicated on advantages of such studies, its methodological principles, offered the system of selection on studies.

**Key words:** distance education, electronic training, and standards of electronic training.

**Вступ.** Розвиток та вдосконалення комп'ютерних технологій за останнє десятиріччя, а саме поява високошвидкісного інтернету, відеозв'язку, дали поштовх для розробки систем дистанційного навчання. Останні все частіше знаходять застосування, в тому числі в оториноларингології. Питанням новітніх технологій передачі знань надається значна увага.

**Мета роботи** – проаналізувати наш досвід зі створення системи дистанційного навчання в оториноларингології, його методологічні засади.

### Основна частина.

Дистанційне навчання (distance education, e-learning), як новий метод навчання, використовується на українському ринку навчальних послуг не так давно, і до цього часу залишається не достатньо законодавчо обґрунтованим.

Дистанційне навчання, і тим паче в оториноларингології, досі не легалізоване в Україні як окрема фор-

ма навчання, і лише частково використовується в певних формах навчання (інколи відбувається тільки проста підміна назви “дистанційне навчання”, без зміни технологій та підходів до навчання), і як засіб для організації навчального процесу в ВНЗ.

Наказом Міністерства освіти і науки України № 40 від 21.01.2004 затверджено «ПОЛОЖЕННЯ» про дистанційне навчання, в якому чітко виписані загальні положення, структура і функції системи дистанційного навчання, вказано, що Головний центр системи дистанційного навчання (СДН) регулює та забезпечує діяльність регіональних центрів, базових та локальних центрів СДН, створює банк атестованих дистанційних курсів СДН (далі – БАДК), принципи управління, стандарти, організаційні засади системи дистанційного навчання, врегульовує особливості організації навчального процесу за дистанційною формою навчання та забезпечення дистанційного навчання.

Забезпечення дистанційного навчання включає такі складові:

- науково-методичне забезпечення;
- кадрове забезпечення;
- системотехнічне забезпечення;
- матеріально-технічне забезпечення.

Переваги дистанційного навчання:

1. Нижча вартість, – порівняно із традиційним
2. Більша ефективність – темп та графік занять встановлюється індивідуально;
3. Доступність з будь якої точки світу – необхідно тільки мати комп'ютер та доступ до інтернету;
4. Перспективність – частка дистанційних технологій в освіті зростає з року в рік.

Відомою проблемою дистанційного навчання є проведення віддаленого контролю набутих знань. Для виконання контролю необхідна розробка спеціалізованого програмного забезпечення, з можливістю контролю знань з оториноларингології особою користувача. Програма повинна бути спрямована на виявлення можливості використання матеріалів дистанційного курсу з оториноларингології, як засобу підвищення ефективності самостійної роботи користувачів всіх форм навчання (інтернатура, спеціалізація, підвищення кваліфікації на II, I та вищу категорії).

Спеціалізоване програмне забезпечення повинно передбачати створення алгоритму навчання, систему відбору на навчання, мотивацію до навчання, створення пакета документів та інші складові.

#### 1. Алгоритм навчання.

Алгоритм навчання повинен включати:

- розрахунок кількості годин з поділом їх на лекційні та відведені на розв'язання ситуаційних задач;
- розрахунок кількості викладачів, задіяних в проведеному занятті;
- створення програми занять на той чи інший період, залежно від наявної кваліфікації та стажу слухача;
- створення схеми структури навчання – дистанційне та поєднане, коли після проведеного дистанційного навчання слухач для контролю практичних знань протягом кількох днів стажується на базі кафедри.

#### 2. Система відбору на навчання.

Система відбору на навчання проводиться на підставі:

- наявності у слухача спеціалізації з оториноларингології;
- розподілу слухачів за наявністю категорії зі спеціальності;

- бажання слухачів прослухати ті чи інші тематичні розділи з оториноларингології;
- наявності направлення державних чи приватних органів охорони здоров'я;

Проводиться також відбір слухачів інших спеціальностей – лікарів сімейної практики, лікарів швидкої допомоги та ін. В перспективі можливий відбір бажаних прослухати популярні лекції з оториноларингології.

#### 3. Мотивація до навчання.

Мотивацією до навчання є:

- бажання удосконалити свої знання з оториноларингології;
- бажання ознайомитися з новими досягненнями та новими технологіями в оториноларингології;
- проходження передатестаційного та тематичного удосконалення з метою планової чи позапланової атестації чи переатестації з оториноларингології.

#### 4. Документальний супровід.

Для зарахування на навчання дистанційним способом необхідним є пакет документів:

- Диплом про вищу медичну освіту;
- Посвідчення спеціаліста;
- Посвідчення про категорію;
- Для слухачів з направленнями державних чи приватних органів охорони здоров'я – довідка-направлення;

Квитанція про оплату дистанційного навчання;

Сертифікат НМАПО про закінчення навчання з відміткою про якість засвоєння теоретичного матеріалу та ситуаційних задач;

#### 5. Дії бажаних вчитися на дистанційних курсах:

Реєстрація на сервері дистанційного навчання;  
Заключення Договору (роздруковується з сайту) та надання квитанції про оплату курсів;

Отримання електронною поштою пароллю для доступу до навчальних матеріалів;

**Висновок.** Дистанційне навчання в оториноларингології є перспективною формою освіти, що знаходиться на початкових стадіях впровадження. Розробка методологічних засад такого навчання є вельми необхідною і актуальною. Загально визнаною проблемою такого навчання є проведення віддаленого контролю набутих знань. Для такого контролю необхідне спеціалізоване програмне забезпечення із можливістю контролю особи користувача, яке розробляється авторами і буде представлено в наступних публікаціях.

### Література

1. Вороненко Ю.В. Стандартизація підходів до розробки електронних навчальних посібників / Ю.В. Вороненко, О.П. Мінцер, В.В. Краснов. – Медична інформатика та інженерія. – 2004. – № 2 – С. 4-21.
2. Минцер О.П. Информатизация медицинского образования / О.П. Мінцер // Український медичний часопис. – 2003. – № 5 (37). – С. 83-89.
3. Kim KJ, Han J, Park IeB, Kee C. Medical education in Korea: the e-learning consortium Med Teach. 2009 Sep;31(9):e397-401.
- Tan PL, Hay DB, Whaites EJ. Implementing e-learning in a radiological science course in dental education: a short-term longitudinal study. Dent Educ. 2009 Oct;73(10):1202-12
- Stergiou N, Georgoulakis G, Margari N, Aninos D, Stamataki M, Stergiou E, Pouliakis A, Karakitsos P. Using a web-based system for the continuous distance education in cytopathology. Int J Med Inform. 2009 Sep 21.

УДК 378.146/.147:378.661.096:004.382]:004.414.23

## **СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ ПЕДАГОГІЧНОЇ СИСТЕМИ КАФЕДРИ МЕДИЧНОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ АВТОМАТИЗОВАНОЇ НАВЧАЛЬНОЇ СИСТЕМИ**

**О.А. Рижов, В.В. Васи́лакін**

*Запорізький державний медичний університет*

Авторами проведений аналіз організаційних засад застосування автоматизованої навчальної системи на кафедрах вищого медичного навчального закладу. Використання методології системного аналізу, а також програмного забезпечення BPWIN, дозволило виконати структурно-функціональний аналіз педагогічної системи кафедри, виявити ієрархію людино-машинної взаємодії в складній біотехнологічній системі, яка формується при застосуванні інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі.

**Ключові слова:** кредитно-модульна система навчання, автоматизована навчальна система, моніторинг навчальної діяльності, педагогічна система кафедри, інструментальна система RATOS®.

## **СТРУКТУРНО ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КАФЕДРЫ МЕДИЦИНСКОГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УЧЕБНОЙ СИСТЕМЫ**

**А.А. Рыжов, В.В. Васи́лакин**

*Запорожский государственный медицинский университет*

Авторами проведен анализ организационных принципов применения автоматизированной системы обучения на кафедрах высшего медицинского учебного заведения. Применение методологии системного анализа, а также программного обеспечения BPWIN позволило выполнить структурно-функциональный анализ ПС, раскрыть иерархию человеко-машинного взаимодействия в сложной биотехнологической системе, которая формируется при использовании информационно-коммуникационных технологий в учебном процессе.

**Ключевые слова:** кредитно-модульная система обучения, автоматизированная система обучения, мониторинг учебной деятельности, педагогическая система кафедры, инструментальная система RATOS®.

## **STRUCTURAL AND FUNCTIONAL MODEL OF THE PEDAGOGICAL SYSTEM USING THE ATOMIZED EDUCATIONAL SYSTEM AT DEPARTMENTS OF MEDICAL EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS**

**O.A. Ryzhov, V.V. Vasilakin**

*Zaporizhzhya State Medical University*

The authors have analyzed the organization principles of the atomized educational system using at departments of medical educational establishments. Using system analysis methodology and software BPWIN promoted fulfilling of the structural and functional analysis PS, revealing hierarchy of "man-machine" interaction in complex biotechnological system that forms using information communicative technologies in educational process.

**Key words:** credit-module system of education, atomized educational system, education activity monitoring, department pedagogical system, tooling system RATOS®.

**Вступ.** Модернізація медичної освіти України відповідно до положень Болонської декларації передбачає запровадження кредитно-модульної системи навчання як нової моделі організації навчального процесу [1,2]. Модульна система включає: формування

кінцевих і проміжних цілей навчання; розподілення навчального матеріалу на окремі логічно завершені розділи; можливість переходу до вивчення нового модуля, якщо повністю засвоєний навчальний матеріал попереднього розділу; регулярний тестовий кон-

троль знань. Особливість процесу навчання при застосуванні кредитно-модульної системи полягає в персоніфікації навчання, яка ґрунтується на індивідуальному темпі засвоєння навчального матеріалу, підсиленні ролі мотивації при формуванні діяльності студента за рахунок рейтингової системи, зростанні ролі самостійної роботи і самоконтролю. Щодо останньої – змінюються функції викладача, посилюється його роль як наставника і консультанта. Структура сучасної педагогічної системи в умовах кредитно-модульного навчання значною мірою має бути орієнтована на забезпечення керованої самостійної роботи (СР) із застосуванням новітніх технологій навчання та контролю знань.

**Мета роботи** – аналіз організаційних засад застосування автоматизованої навчальної системи на кафедрах вищого медичного навчального закладу при впровадженні кредитно-модульної системи навчання. Виявити ієрархію людино-машинної взаємодії в складній біотехнологічній системі, яка формується при застосуванні інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі на засадах застосування методології системного аналізу, а також програмного забезпечення BPWIN. Провести структурно – функціональний аналіз взаємодії інформаційної системи (ІС) моніторингу та автоматизованого навчального комплексу RATOS® у ІС кафедри з метою розробки моделі цієї системи.

#### Основна частина

Впровадження системи безперервного навчання в інформаційному суспільстві України створює нові умови для організації процесу навчання у вищих медичних і фармацевтичних навчальних закладах (ВМФНЗ) [2, 3]. Швидке накопичення наукових знань потребує інтенсифікації процесу трансформації знань, створених окремими науковцями, в систему організаційного знання, створення такої організаційної структури у навчальному закладі, яка б дозволила підвищити ефективність керування знанням [4], розробки системи динамічного формування навчальних програм залежно від потреб роботодавців в системі післядипломної фармацевтичної освіти. Сьогодні можна констатувати, що вирішення сучасних наукових та освітніх задач можливе тільки на основі застосування новітніх інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Практика інформатизації Запорізького державного медичного університету (ЗДМУ), а також численні публікації інших авторів показали, що пряме впровадження інформаційних технологій є малоефективним [5, 6]. Більшість викладачів продовжують викладання в рамках традиційної моделі

організації педагогічного процесу, застосовуючи комп'ютери лише для тривіального тестування. Застосування системного підходу до інформатизації навчального процесу дозволяє виявити основні функціональні та структурні компоненти організації навчального процесу, які формуються для досягнення основних цілей навчання в нових умовах при взаємодії викладача і студента за допомогою ІКТ.

Реалізація принципу формування особистості студента, який закладений у концепції кредитно-модульного навчання, можлива за допомогою педагогічної технології, що включає в себе дієвостинну мету та зміст навчання, а також дидактичні процеси й організаційні форми навчання [7]. Важливі компоненти дидактичного процесу кафедри: мотивація як фактор створення стійкого інтересу студента до навчальної діяльності та перетворення зовнішніх цілей у внутрішню потребу; пізнавальна діяльність, під впливом якої відбувається засвоєння знань; управління пізнавальною діяльністю з боку викладача кафедри за допомогою засобів, використання яких забезпечить від мети навчання. Для об'єктивного оцінювання ефективності процесу навчання або окремих його компонентів необхідна релевантна діагностика стану знань студента під час проходження ним навчальної дисципліни. Цю діагностику можна розглядати як систему зі змінними параметрами, яку ми представляємо як систему моніторингу. Постійний моніторинг знань студентів надає викладачу можливість застосувати технології кількісного вимірювання ефективності взаємодії елементів ІС кафедри, дидактичних процесів та оперативної оцінки їх впливу на структурну складову знань студента. Зіставлення зовнішньої незалежної оцінки та об'єктивної міри засвоєного навчального матеріалу дає змогу вирішувати завдання оцінювання результатів навчання.

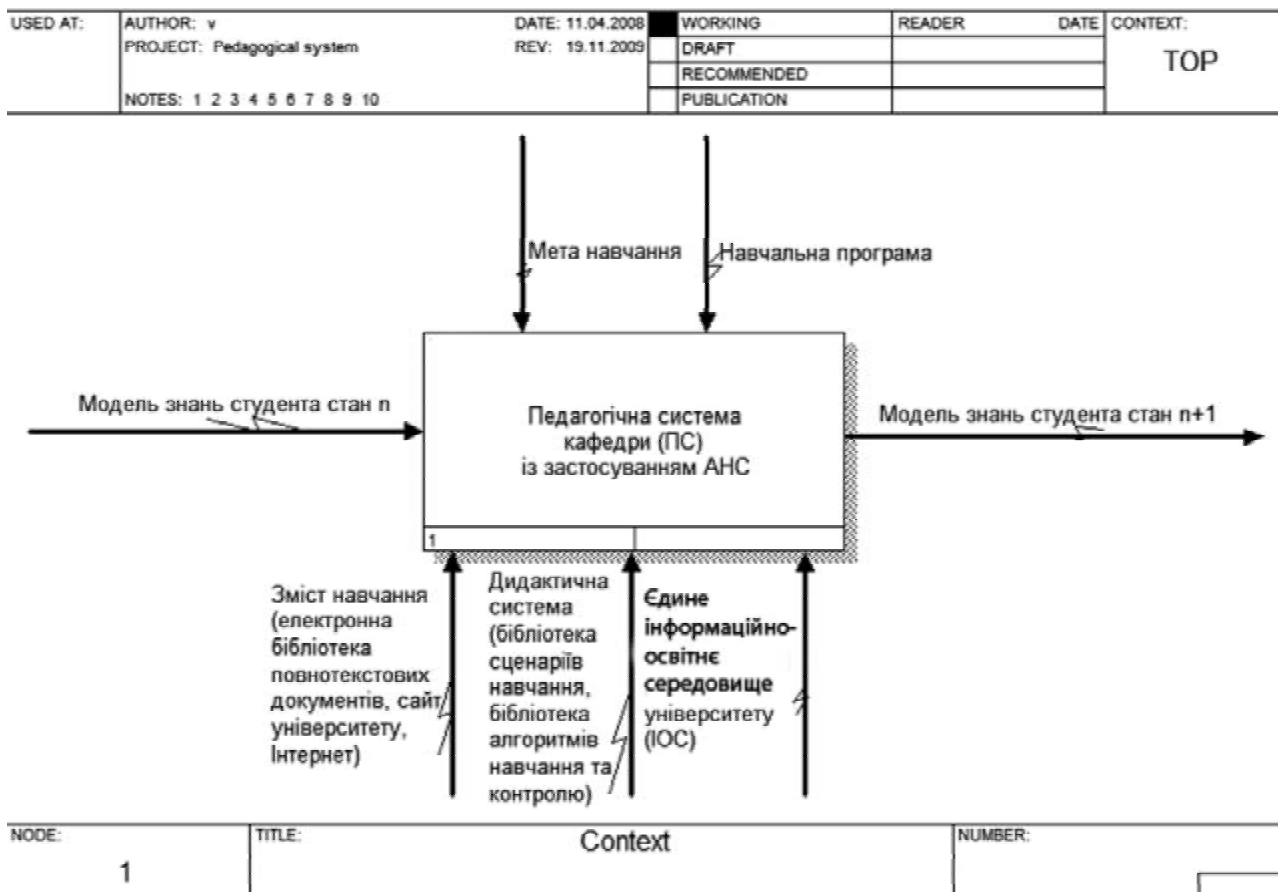
Структурно-функціональна модель ІС кафедри дає змогу виявити загальні системні властивості і якісні характеристики відносно самостійних компонентів системи, які розглядаються неізолювано, а у взаємозв'язку. ІС кафедри розглядається як сукупність таких взаємопов'язаних компонентів: мета навчання, суб'єкти педагогічного процесу, зміст навчання, методи й форми педагогічного процесу, матеріальна база або засоби здійснення цього процесу [8, 9, 10]. Використання сучасних систем моніторингу на основі інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) дозволяє розширити поняття системного простору та часу, а також застосовувати класичні освітні технології зарахунок можливості навчання за межами навчального часу та навчальної аудиторії. Процеси навчання та управління, у тому числі самостійною

роботою студента (СРС), можна розглядати як процес передачі інформації з наступною інтерпретацією та засвоєнням інформації студентом.

Для визначення функцій компонентів та їх зв'язків сучасної ПС кафедри яка функціонує в єдиному ІОС навчального закладу, варто використати технологію SADT (Structured Analysis & Design Technique) [11, 12]. Ця технологія дозволяє на основі методів системного аналізу провести ієрархічну декомпозицію функцій ПС кафедри, призначених для організації та проведення навчання студентів або слухачів з однієї дисципліни, надати повний перелік взаємозв'язків між усіма підсистемами. При використанні SADT-аналізу ми припускаємо, що будь-яка діяльність може бути описана як процес або система. При цьому кожен із

виділених процесів може бути поданий у вигляді декількох складових дій, що, у свою чергу, утворює ієрархію процесів і підсистем, які їх реалізують. Функціональний аналіз дозволяє визначити і впорядкувати всі етапи, необхідні для досягнення кінцевого результату, залежно від значущості і важливості, та розглядати діяльність підсистем на рівні подій або окремих операцій, які складають цю подію.

При використанні методів системного аналізу нами було виділено структурні компоненти (рис. 1–5), які відображають структурно-функціональну модель ПС кафедри із застосуванням автоматизованої навчальної системи (АНС), що використовується на кафедрі медичної та фармацевтичної інформатики і новітніх технологій ЗДМУ.



*Рис. 1. Загальна схема ПС кафедри із застосуванням АНС.*

На рис. 1 подано загальну схему ПС кафедри із застосуванням АНС, яка являє собою систему, основною функцією якої є навчання студента з конкретного предмета. Системоутворювальним чинником функціонування ПС кафедри з одного навчального курсу є мета навчання, яка задається навчальною програмою з конкретної дисципліни. Навчальна програма стає базисом для формування

еталонної моделі знань студента (МЗС) [13,14,15] на основі проекції онтології предметної області (ПрО). При проектуванні бази знань (БЗ), яка лежить в основі відображення змісту ПрО, необхідно враховувати обмеження, які накладаються навчальною програмою. МЗС відображає реальні знання студента та формується на основі процедури тестування знань. В нашому прикладі ми розглядаємо ПС кафедри із

застосуванням АНС. МЗС формується в результаті процедури тестування студента й аналізу протоколу тестування та побудови графа МЗС на основі поняттєвої структури Про [14]. Таким чином, на вхід ПС кафедри надходить модель знань студента (МЗС), яка є відображенням знань студента перед початком занять з конкретної навчальної дисципліни, на виході, при закінченні навчання – МЗС із сформованим рівнем знань Про. Засобами, які забезпечують функціонування ПС кафедри із застосуванням АНС, є зміст навчання, дидактична система, єдине інформаційне освітнє середовище (ІОС).

Носії змісту навчання представлені електронною бібліотекою повнотекстових документів; сайтом університету, на якому розміщені навчально-методичні матеріали кафедр університету; мережею Інтернет, де студент може отримати додаткову інформацію за темами, які винесені на СР.

Дидактична система СРС з використанням інформаційної системи (ІС) моніторингу складається із засобів, які реалізують технологію навчання. Засобом реалізації є АНС, яка включає в себе бази сценаріїв, бази тестових завдань, бази навчальних елементів, сценарії сеансів навчальної діяльності студен-

та. Використання дидактичної системи з застосуванням ІКТ дозволяє викладачу корегувати процес навчання студента.

Єдине інформаційне освітнє середовище ЗДМУ включає в себе корпоративну комп'ютерну мережу, ІС моніторингу знань студентів, АНС, АНК, сайти з навчальною інформацією. Завдяки корпоративній комп'ютерній мережі, яка реалізована на базі високошвидкісного оптоволоконного кабеля та об'єднує навчальні корпуси, гуртожитки, клінічні кафедри [16, 17], стає можливим застосування ІС моніторингу в повному обсязі та незалежно від часу і місцезнаходження студента.

Використання вказаних компонентів ПС кафедри дозволяє на виході отримати студента, який має знання, уміння і навички відповідно до змісту навчальної програми конкретного предметного курсу. Знання студента відображає МЗС яка формується засобами АНС та ІС моніторингу при проходженні ним курсу навчання.

Декомпозиція першого рівня відображення ПС кафедри (рис. 2) дозволяє виділити складові компоненти: структурна одиниця кафедри з навчального курсу  $n$  ( $1 \dots n$ ); біотехнологічна система.



Рис. 2. Складові ПС кафедри.

Під структурною одиницею кафедри ми розуміємо сукупність викладачів, які відповідають за методичну, організаційну та інші види навчальної роботи з  $k$ -го навчального курсу, а також єдине ІОС кафедри. До складу біотехнологічної системи входять: ІС моні-

торингу знань студентів та дистанційна система проведення консультацій; автоматизований навчальний комплекс (АНК) RATOS (який активно використовується в навчальному процесі кафедри медичної та фармацевтичної інформатики ЗДМУ з 2003 року) [18].

Аналіз взаємодії студента з певними компонентами ПС кафедри дозволяє визначити їх функції та інформаційні об'єкти (сценарії, звіти, моделі), які створюються в процесі циклу навчання. Взаємодія студента з біотехнологічною системою відбувається під час навчання або контролю. Кожний сеанс навчальної активності студента з АНК RATOS відображається у вигляді відповідного до виду діяльності протоколу. Узагальнені дані протоколу у вигляді звіту надходять до ІС моніторингу знань. Інформація звіту застосовується для корекції індивідуальної траєкторії навчання студента та генерації адаптивного сценарію навчання.

Поточна інформація про навчання студента у вигляді звіту за індивідуальними протоколами навчання та звіту з контролю знань, поточна МЗС надходять до блоку "структурна одиниця кафедри". Подальше формування відповідного сценарію навчання, контролю або консультації відбувається залежно від етапу, на якому перебуває студент. Під час навчання студент отримує аутентифікований доступ до автоматизованих засобів навчання, які забезпечують реалізацію дидактичних задач відповідно до мети навчання.

Підсистема "Структурна одиниця кафедри" виконує функції керування процесом навчання, аналізу результатів моніторингу та МЗС і корекції процесу виконання СРС, організації та проведення групової консультації. За результатами отриманого під час контролю знань звіту приймається рішення щодо завершення модуля конкретним студентом на основі аналізу оцінок повноти засвоєння головних понять ПрО з навчального курсу к МЗС і можливості переходу до наступного модуля або етапу навчання.

Компоненти першого рівня декомпозиції ПС кафедри також нами було поділено на складові підсистеми, які дозволили нам дослідити структурно-функціональну організацію.

Аналіз функцій викладача в ПС кафедри, яка застосовує АНК у навчальному процесі, дозволив нам відокремити три ролі викладача в підсистемі "Структурна одиниця кафедри" відповідно до його дій з розробки дидактичної системи на основі інструментальної системи RATOS®, організації та проведенні навчального процесу з окремої дисципліни (рис. 3).

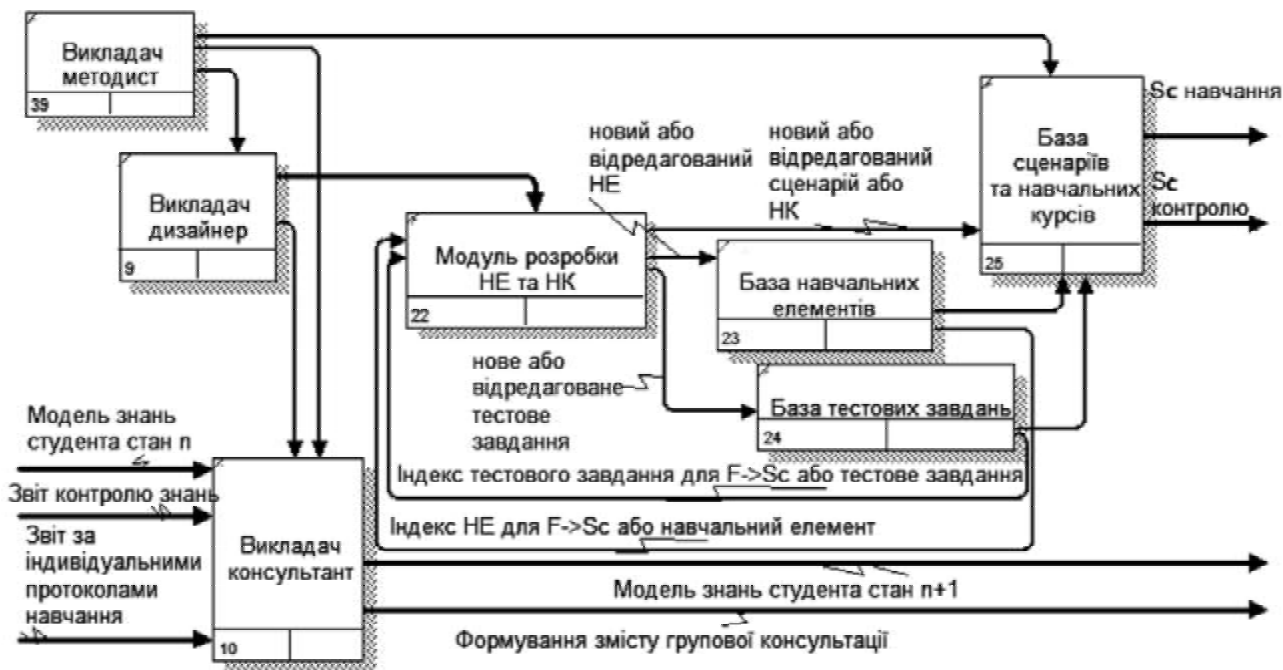


Рис. 3. Функціональна схема блоку "Структурна одиниця кафедри".

"Викладач-методист" визначає форми та методи навчання у відповідності до мети навчання, впроваджує нові технології навчання та контролює правильність їх виконання. В цій ролі викладач виконує керівну та методичну функції щодо формування вимог до навчального курсу та алгоритму дій викладачів кафедри відповідно до їх функціональних обов'язків.

"Викладач-дизайнер" має функції, які реалізуються засобами модуля "інструментарій RATOS": створення або редагування бази навчальних елементів (НЕ); створення або редагування бази тестових завдань; розробка сценаріїв відповідно до рекомендацій викладача-методиста для створення бази сценаріїв та навчальних курсів. База сценаріїв та навчальних курсів



містить готові сценарії навчання або контролю, сценарії авторських курсів, відображаючи особисті дидактичні підходи викладачів до організації навчання. Особливістю організації бази НЕ та тестових завдань є їх індексація ідентифікаторами понять, які відображають зміст цих елементів. Така організація доступу до НЕ та тестів дозволяє застосовувати алгоритми автоматичної генерації змісту електронного начального курсу. При визначенні параметрів модуля генерації сценаріїв навчання та контролю, модуля адаптації сценарію враховуються дидактичні принципи, запропоновані викладачем-методистом. Необхідною вимогою щодо компетенції викладача в ролі дизайнера є комп'ютерна грамотність на рівні кваліфікованого користувача або вище.

Основна функція “викладача-консультанта” – супровід процесу персоніфікованого навчання студента засобами новітніх інформаційних технологій навчання

(АНС, АНК, ІС моніторингу) у єдиному освітньому середовищі ВНЗ, проведення дистанційних індивідуальних або групових консультацій у віртуальному класі засобами програмного забезпечення NetOp School (фірма розробник Danware Data) [19].

Керування СР студента або слухача відбувається на основі автоматизованого або “ручного” (без засобів автоматизації) аналізу протоколів навчальної діяльності, поточної моделі студента та реалізації наступних кроків щодо підвищення ефективності навчання.

Декомпозиція підсистеми “Інформаційна система моніторингу знань СРС та проведення консультацій” (рис. 4) дозволяє визначити складові: модуль управління ІС моніторингу, модуль збору та аналізу інформації, модуль дистанційного консультування. Функціональним наповненням цього модуля є побудова МЗС, проведення індивідуальної або групової консультації у віртуальному класі.

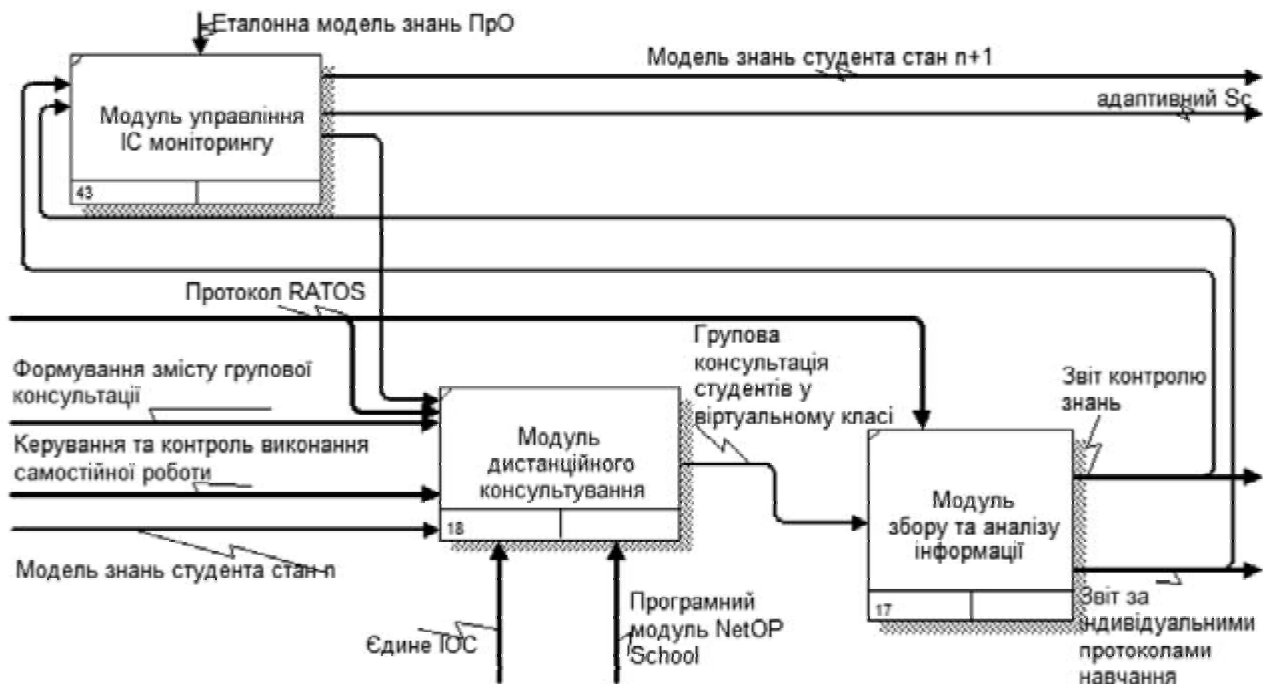


Рис. 4. Функціональна схема блоку “Система моніторингу знань СРС та проведення консультацій”.

Функція “модуля збору та аналізу інформації” відповідає назві, це моніторинг навчальної активності студента та узагальнення протоколів цієї активності у вигляді звітів. Згенеровані звіти передаються до модуля управління ІС моніторингу та “викладача-консультанта”.

Основна функція “модуля управління ІС моніторингу” – керування СР студента у реальному часі з залученням інформаційних та людських ресурсів з метою підвищення ефективності навчальної діяльності, формування поточної моделі знань студента (стану n+1)

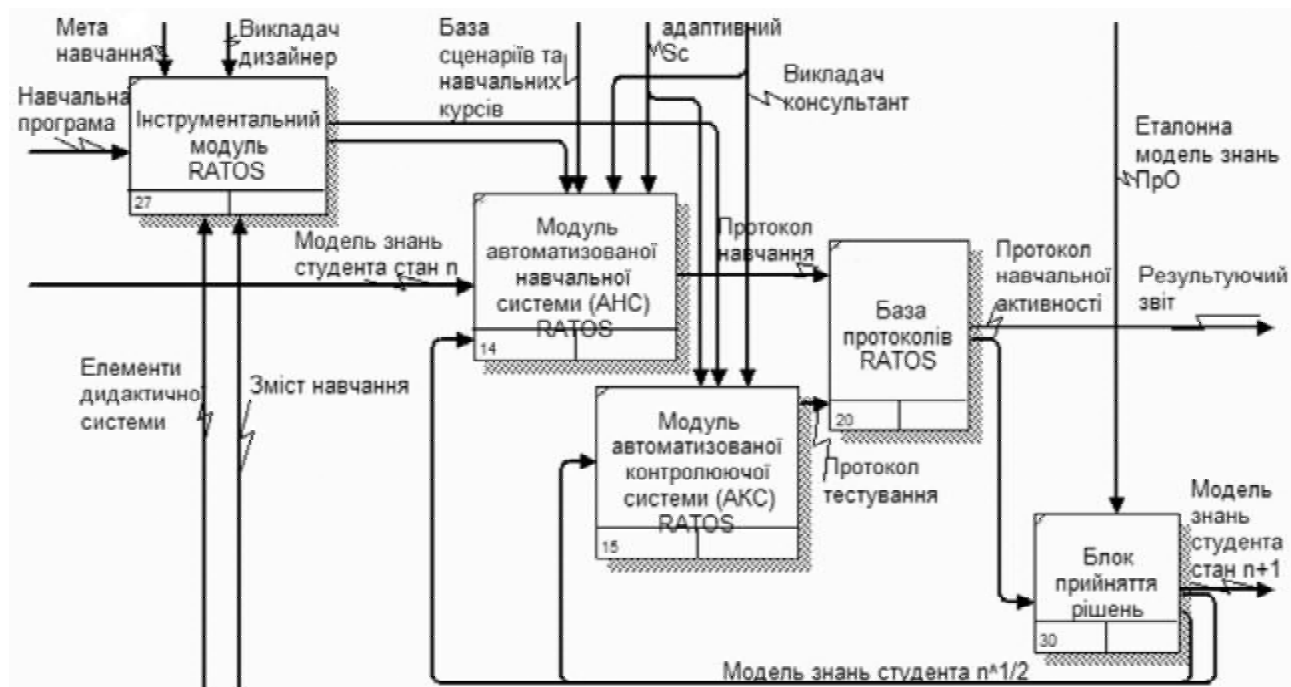
як формалізованого відображення реальних знань конкретної людини та її навчальної активності в ІОС. На вхід цього функціонального модуля подається інформація, яка необхідна для підготовки змісту дистанційної консультації за диференційним принципом: відповідно до рівня знань студентів за окремими розділами або поняттями. Важливим результатом діяльності цього модуля є адаптивний сценарій.

Функцією “модуля дистанційного консультування” є керування та контроль за проходженням етапів виконання СРС. Модуль дозволяє провести дистанцій-

ну групову консультацію для студентів у віртуальному класі на етапі повторного навчання з наступним внесенням змін до поточної МЗС та додаванням цієї інформації до підсистеми “модуль збору та аналізу інформації”. Організація віртуального класу реалізо-

вана в єдиному ІОС та побудована на базі програмної моделі NetOP School [20].

Декомпозиція підсистеми “Автоматизований навчальний комплекс RATOS” (рис. 5) дозволяє визначити такі її складові елементи: інструментальний ком-



**Рис. 5. Функціональні характеристики блоку “Автоматизований навчальний комплекс RATOS”.**

плекс RATOS, автоматизована навчальна система (АНС) RATOS, автоматизована контролююча система (АКС) RATOS, база протоколів RATOS, блок прийняття рішень.

Модуль “Інструментальний комплекс RATOS” призначено для розробки сценаріїв навчання в АНС RATOS або контролю в АКС RATOS. Викладач-дизайнер має можливість розробити авторський курс з предметної дисципліни або скоректувати сценарій згідно з психофізіологічними можливостями студента (слухача) з метою розробки персоналізованого сценарію для нього. На базі сценарію навчання АНС RATOS виконує функцію навчання, у випадку негативного результату модульного контролю – повторного навчання за новим адаптованим сценарієм. Навчальна діяльність студента (звернення до електронної бібліотеки повнотекстових документів, звернення до відсилань на методичні матеріали кафедри, які знаходяться на сайті університету), яка проходить при взаємодії з АНС, відображається в протоколі навчальної активності студента.

Реалізація сценарію контролю відбувається в АКС RATOS під час початкового, поточного або модуль-

ного тестування. Результати тестування студента та інша навчальна активність фіксуються в протоколі тестування. Індексація тестових та інших контрольних завдань ідентифікаторами понять навчального курсу дає можливість одержати диференційовану оцінку знань. Аналіз протоколу та МЗС дозволяє викладачу приймати рішення про перехід до наступного етапу навчання студента. При засвоєнні програми сеансу або модуля, МЗС за змістом та структурою наближається до структури еталонної моделі знань. Аналіз розходження МЗС і ЕМЗ дає аргументи для прийняття рішення про закінчення навчання; формування сценарію додаткової роботи з навчальним матеріалом електронної бібліотеки або сценарію повторного навчання з подальшим контролем засвоєних знань.

“Блок прийняття рішень” дозволяє в автоматизованому режимі проводити диференційну оцінку знань студента та підготовку інформації, необхідної для адаптації сценарію на основі алгоритму аналізу еталонної моделі знань, в якій формалізовано відображена мета навчання, з поточною моделлю знань студента [15].

За методологією SADT побудовано структурно-функціональну модель ПС кафедри, яка дозволяє подати повний перелік взаємозв'язків між усіма підсистемами ПС кафедри з використанням АНС, їх функціональні особливості, необхідні для виконання технології навчання. Методи системного аналізу дозволили визначити функції та зв'язки АНС, АНК, ІС моніторингу знань студентів при виконанні ними СР, а також можливості, яких набуває ПС кафедри з використанням АНС, до складу якої входить ІС моніторингу. Нами було визначено функціональні компоненти ІС моніторингу, за допомогою яких інтерпретується інформація про формування МЗС при навчанні в ПС кафедри.

**Висновки.** Побудова структурно-функціональної моделі показала, що впровадження автоматизованої системи навчання на базі ІКТ змінює структуру педагогічної системи кафедри і торкається всіх функцій управління: мети, інформаційної складової, прогнозування діяльності, визначення впливу подальшого рішення на отриману інформацію, організацію навчального процесу, комунікаційну функцію технології навчання, корекцію дій викладача для підвищення якості отриманих студентом знань. Зміна структурно-функціональних відношень складових кафедри та застосуван-

ня нових (електронних) форм передачі, зберігання, представлення інформації, змінюють функціональне наповнення компетенції викладача, а також визначають нові ролі для викладачів: такі, як викладач-дизайнер (розробник АНС та АНК), викладач-консультант, який супроводжує СР студентів. Розглянуті категорії зміни структури педагогічної системи під впливом інформатизації точніше характеризуються терміном "педагогічна система електронного навчання".

Результати функціонального аналізу педагогічної системи електронного навчання показують, що така структурна організація роботи кафедри більш адаптована для впровадження кредитно-модульної системи навчання [21], оскільки забезпечує: організацію та проведення персоналізованого навчання на основі індивідуальної траєкторії проходження навчальних модулів залежно від психофізіологічних можливостей студента; алгоритмізацію спільної діяльності викладача та студентів; застосування системного методу організації процесу навчання і засвоєння знань через взаємодію технічних і людських ресурсів; дозволяє керувати самостійною роботою засобами ІС моніторингу; швидко змінювати зміст навчання за рахунок повторного застосування навчальних елементів та конструювання нових сценаріїв навчання.

### Література

1. Вороненко Ю.В. До питання кредитно-рейтингової системи підвищення кваліфікації лікарів і провізорів / Ю.В. Вороненко, О.П.Мінцер // Медична освіта. – 2004. – №2. – С. 4-7.
2. Мінцер О.П. Інтерпретація медичної інформації та перспективи впровадження технологій Болонського процесу / О.П.Мінцер // Медична освіта. – 2006. – №2. – С. 89-92.
3. Пίδαєв А.В. Болонський процес в Європі / А.В.Пίδαєв, В.Г.Передерій. – К.: 2004. – 192 с.
4. Бочков В.Е. Моделирование и реализация системы управления знаниями и образовательной деятельностью в сетевых учреждениях открытого дистанционного образования на основе информационно-коммуникационных технологий / В.Е.Бочков // Качество. Инновации. Образование. – М.: ЕЦК – 2007. – №3 – С. 65-72.
5. Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия) / В.П. Беспалько – М.: Изд-во Московского психолого-социального института, 2002. – 351 с.
6. Бочков В.Е. Эволюция педагогической системы и дистанционные образовательные технологии как факторы формирования отраслевой экономики открытого образования / В.Е. Бочков // Качество. Инновации. Образование. – М.: ЕЦК – 2004. – №3 – С. 57-70.
7. Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии

- обучения / В.П. Беспалько. – М.: Ин-т проф. обр. РАО, 1995. – 336 с.
8. Андреев А.А. Прикладная философия открытого образования: педагогический аспект / А.А. Андреев, В.И. Солдаткин. – М.: РИЦ «Альфа» МГОПУ им. М.А. Шолохова, 2002. – 168 с.
9. Концепция информатизации учебного процесса. – М.: НОУ «Академия электронной дидактики», 2004. – 11 с.
10. Бочков В.Е. Универсальная модель педагогической системы как основа для проектирования взаимодействий в межгосударственной сети открытого дистанционного образования при формировании единого образовательного пространства в СНГ / В.Е. Бочков // XI Всероссийская научно-методическая конференция «Телематика'2004». Санкт-Петербург. <http://tm.ifmo.ru/tm2004/src/089d.pdf>
11. Марка Д.А. Методология структурного анализа и проектирования SADT / Дэвид А. Марка и Клемент МакГоуэн. – McGraw-Hill Book Company. – 240 с.
12. Методология функционального моделирования: Рекомендации по стандартизации Р 50.1.028 – 2001 ГОСТ России. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции / Госстандарт России. – Москва. – 49 с.
13. Рыжов А.А. Объектно-ориентированные принципы построения формализованной модели знаний специалиста-провизора в системе последипломной подготовки /

А.А. Рыжов // Сьогодні та майбутнє фармації : тези доповідей Всеукраїнського конгресу “Сьогодні та майбутнє фармації” (16-19 квітня 2008 р.). – Х. : Вид-во НФаУ, 2008. – С. 599.

14. Рыжов О.А. Модель представлення знань на основі понять для комп'ютерних систем навчання / О.А. Рыжов // Медична інформатика та інженерія. – № 2. – 2008. – С. 83–88.

15. Рыжов А.А. Алгоритми оцінки знань на основі еталонної моделі знань спеціаліста-провізора / А.А. Рыжов // Сьогодні та майбутнє фармації : тези доповідей Всеукраїнського конгресу “Сьогодні та майбутнє фармації” (16–19 квітня 2008 р.). – Х. : Вид-во НФаУ, 2008. – С. 599.

16. Васілакін В.В. Принципи організації системи моніторингу самостійної роботи студентів засобами програмної моделі / В.В. Васілакін, О.А. Рыжов // Медична інформатика та інженерія : наук.-практ. журн. – 2008. – № 2. – С. 65-70.

17. Рыжов О.А. Інфраструктура ВНЗу – базис дистанційної освіти / О.А. Рыжов, Ю.М. Колесник // Медична освіта.

– 2002. – № 2. – С. 89–92.

18. Рыжов О.А. Інструментальна система візуального проектування навчальних комп'ютерних систем RATOS X.1 / О.А.Рижов, Є.А.Супрун // Самостійна робота студентів вищих навчальних закладів: досвід, проблеми та перспективи: мат. науково-практичної конференції. – Харків: Вид-во НФаУ, 2004 – С.94-95.

19. Васілакін В.В. Принципи організації системи моніторингу самостійної роботи студентів засобами програмної моделі / В.В. Васілакін, О.А. Рыжов // Медична інформатика та інженерія : наук.-практ. журн. – 2008. – № 2. – С. 65-70.

20. Васілакін В.В. Здійснення дистанційного моніторингу навчальної діяльності засобами NetOP School в інформаційному середовищі CAMPUS / В.В. Васілакін // Актуальні питання фармацевтичної та медичної науки та практики : збірник наук. статей. – Запоріжжя, 2008. – Вип. XXI. – Т. 2. – С. 22-25.

21. Сікорський П. Кредитно-модульна технологія у вищих навчальних закладах / П.Сікорський // Шлях освіти. – 2004. – № 3. – С. 29-34.

УДК 004.7

## МЕТОД ПЕРЕДАЧІ МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА ЇЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ В БАЗІ ДАНИХ

**С.М. Злепко, П.Г. Прудіус, В.В. Сергєєва, С.В. Тимчик**

*Вінницький національний технічний університет*

В статті розкриті проблеми побудови системи дистанційної медичної діагностики, аналізу медичної інформації, розвитку систем розподіленого збору й обробки інформації. Пропонується математична модель діагностики й прогнозування різних патологічних процесів організму, спричинених емоційним стресом. Запропонований доцільний метод зберігання інформації шляхом записування отриманих даних до приватної електронної картки пацієнта.

**Ключові слова:** прогнозування, стискання та кодування інформації, передача повідомлення, джерело перешкод, фільтр, декодування, персональна електронна картка.

## МЕТОД ПЕРЕДАЧИ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ И ЕЕ СОХРАНЕНИЕ В БАЗЕ ДАННЫХ

**С. М. Злепко, П. Г. Прудюс, В. В. Сергеева, С. В. Тымчик**

*E-mail: smzlepko@ukr.net*

*Винницкий национальный технический университет*

В статье раскрыты проблемы построения системы дистанционной медицинской диагностики, анализа медицинской информации, развития систем распределенного сбора и обработки информации. Предлагается математическая модель диагностики и прогнозирования разных патологических процессов организма, вызванных эмоциональным стрессом. Предложен целесообразный метод хранения информации путем записывания полученных данных на личную электронную карточку пациента.

**Ключевые слова:** прогнозирование, сжатие и кодировка информации, передача сообщения, источник помех, фильтр, декодирование, персональная электронная карточка.

## METHOD OF MEDICAL INFORMATION TRANSFER AND ITS SAVING IN DATABASE

**S.M. Zlepko, P.G. Prudius, V.V. Sergeeva, S.V. Tymchuk**

*Vinnitsia national technical university*

The problems of construction of the distance medical diagnostics system, analysis of medical information, development of the systems of the distributed collection and treatment of information are exposed in the article. The mathematical model of diagnostics and prognostication of the different pathological processes in organism, caused by emotional stress, is offered. An expedient method of storage of information by writing gathered data down to the private electronic card of patient is offered.

**Keywords:** prognostication, clench and coding of information, transmission of report, source of hindrances, filter, decoding, personal electronic card.

**Вступ.** За останні роки зріс інтерес до проблем побудови систем дистанційної медичної діагностики, аналізу медичної інформації, розвитку систем розподіленого збору й обробки інформації, математичних моделей для діагностики й прогнозування різних патологічних процесів.

Для забезпечення ефективного діагностування захворювань серцево-судинної системи, спричинених емоційним стресом, існує необхідність у створенні відповідного програмного забезпечення та системи зв'язку, за допомогою якої можливе здійснення дис-

танційного консультування провідними спеціалістами у реальному часі та подальше призначення ними лікування у разі виявлення патології.

### **Основна частина**

Для швидкодії збирання та зберігання інформації необхідно забезпечити адекватний процес оброблення інформації. Для кращої передачі даних необхідне застосування її стискання та кодування [1]. В багатьох випадках терміни переробки та проходження медичної інформації через канал зв'язку та час, необхідний для прийняття рішення, не збігаються і

© С.М. Злепко, П.Г. Прудіус, В.В. Сергєєва, С.В. Тимчик

рішення приймається із запізненням або при неповній переробці інформації, що негативно позначається на функціонуванні соціально-медичних систем [1, 2]. Канал передачі інформації [2, 3] – це речовина або поле, які під впливом зовнішніх факторів змінюють свої фізичні властивості в часі чи просторі. У каналі зв'язку на сигнал впливають шуми, які частково спотворюють цей сигнал. Отримувач інформації може отримати не той сигнал, який передало джерело інформації. Тому необхідно забезпечити високу перешкодостійкість телекомунікаційної системи.

Від пропускнув спроможності каналу зв'язку [4], тобто кількості інформації, яку він може передати за одиницю часу при умові, що приймач інформації зможе її правильно розкодувати [5] в процесі переробки інформації багато в чому залежить дієвість та ефективність управлінських рішень.

Розроблені програмні процедури дозволяють проводити аналіз медичної інформації з метою попередження та запобігання появи складних патологічних станів серцево-судинної системи, викликаних стресом, у людей, що перебувають на відстані від пункту надання кваліфікованої медичної допомоги через певні обставини чи неможливість транспортування. Даний метод дозволяє надати правильну інформацію, необхідну для подальших лікувальних дій, та провести консультацію досвідченого лікаря в реальному часі, за допомогою телекомунікаційної системи, у разі виникнення тяжких ускладнень з боку серцево-судинної системи пацієнта.

Початковим етапом діагностування пацієнта є визначення загального стану здоров'я шляхом поверхневого огляду та опитування [6]. Отримані дані та результати проведених в подальшому аналізів, в разі необхідності вносяться до приватної електронної картки пацієнта для кращого оперування, оброблення та зберігання інформації.

Спочатку процес витягу знань проводиться із вибірки запису даних електронної картки пацієнта. На

основі аналізу цієї інформації формуються гіпотези наявності причинно-наслідкових зв'язків і їхня структура із подальшою фіксацією списку параметрів [7]. Їх взаємозв'язки досліджуються за допомогою процедур обчислення коефіцієнтів інформативності [3, 8], а також наступних процедур скорочення цього списку до варіанта списку найбільш інформативних параметрів, що забезпечує прийнятну точність рішення задачі класифікації досліджуваних об'єктів [7].

Вибрані показники оцінки даної ситуації, в процесі вищезгаданої переробки та відповідного оформлення, вносяться в прогнозну картку для подальшого призначення типу лікування. У прогнозній картці використовуються показники, значення яких можна реально визначити за відсутності кваліфікованого персоналу шляхом заздалегідь узгоджених тестових опитувань та неінвазивних методів вимірювання діагностичних показників стану здоров'я пацієнта (тиск, пульс тощо).

Після виконання параметризації здійснюється установлення залежностей між введеними параметрами за допомогою методу багатфакторного кореляційного аналізу [8], який є елементом математичного моделювання, але не має значного прикладного клінічного значення. Далі проводиться процедура зменшення даного списку до варіанта списку найбільш інформативних параметрів [7, 9]. Наступним важливим етапом є розбивка областей зміни значень параметрів. Потім проводиться випробування наявних еталонних значень на контрольній вибірці об'єктів [7].

Тип залежностей визначається точністю існуючих знань про причинно-наслідкові, логіко-динамічні зв'язки даного параметра. Для якісних параметрів дані представляються у вигляді продукцій [5]:

$Y(t) = \text{ЯКЩО } \langle \text{ситуація}(t) \rangle \text{ ТО } \langle \text{прогноз значення параметра } (t+\Delta t) \rangle$ .

Найбільш взаємопов'язані параметри оцінки здоров'я, що призводять до виникнення серцево-судинних захворювань внаслідок стресу, вказані в схемі 1.

**Схема 1. Карта прогнозу стану хворого з емоційним стресом**

<p><b>'ПАРАМЕТРИ':</b> ВІК (&lt;n : &gt;n );</p> <p><b>'ОЗНАКА':</b>          НС – НАЯВНІСТЬ СТРЕСУ ( Є : НЕМАЄ );          ЗРС – ЗАГАЛЬНИЙ РІВЕНЬ СТРЕСУ ( НИЗЬКИЙ : ВИСОКИЙ );          ЕС – ЧУТЛИВІСТЬ ДО СТРЕС-ФАКТОРІВ (ЕМОЦІЙНА СТАБІЛЬНІСТЬ; ЕМОЦІЙНА ЕСТАБІЛЬНІСТЬ);          СВІД – СВІДОМІСТЬ ( ЯСНА: НЕЧІТКА: МАРЕННЯ: ВІДСУТНЯ );          ЧДР – ЧАСТОТА ДИХАЛЬНИХ РУХІВ ( &lt;n:&gt;n );          АТС – АРТЕРІАЛЬНИЙ ТИСК СИСТОЛІЧНИЙ ( &lt;n : &gt;n );          АТД – АРТЕРІАЛЬНИЙ ТИСК ДІАСТОЛІЧНИЙ ( &lt;n : &gt;n );          ЧСС – ПУЛЬС ( &lt;n : &gt;n );</p> <p><b>'ЗАГАЛЬНИЙ ПРОГНОЗ':</b> ВСЗ – ВИНИКНЕННЯ СЕРЦЕВО-СУДИННИХ ЗАХВОРЮВАНЬ (ВИСОКА ЙМОВІРНІСТЬ: НИЗЬКА ЙМОВІРНІСТЬ);</p> <p><b>'НЕХАЙ':</b> <math>Y(t) = \text{ЯКЩО } ( \text{ВІК}(t) = 2 \text{ 'И' } \text{НС}(t) = 1 \text{ 'И' } \text{ЗРС}(t) = 2 \text{ 'И' } \text{ЕС}(t) = 2 \text{ 'И' } ( \text{СВІД}(t) = 2 \text{ 'ИЛИ' } \text{СВІД}(t) = 2 ) \text{ 'И' } \text{ЧДР}(t) = 1 \text{ 'И' } \text{АТС}(t) = 2 \text{ 'И' } \text{АТД}(t) = 2 \text{ 'И' } \text{ПУЛС}(t) = 2 ) \text{ 'ТО' } 2 \text{ 'ІНАКШЕ' } 1</math>;</p> <p><b>'РЕЗУЛЬТАТ':</b> 'ЯКЩО' <math>Y(t) = 1 \text{ 'ТО' } \text{ВСЗ}(t + n \text{ 'ДНІВ' }) = 2 \text{ 'ІНАКШЕ' } \text{ВСЗ}(t + n \text{ 'ДНІВ' }) = 1</math>;</p>
---

Картка прогнозування патологічних відхилень у роботі серцево-судинної системи внаслідок тривалого негативного впливу емоційного стресу, сформована на основі застосування інформаційних технологій і аналізу інформації персональної електронної картки пацієнта, представлена в схемі 1.

Де  $n$  та значення в дужках – інформаційні показники; НС – визначається наявністю вегетативних порушень, які помітні зовні і які можна виміряти (зміна кольору обличчя, температура, тиск, ЧСС тощо); ЗРС – визначається збудженням поведінки та діяльністю, наявністю депресивного та інших станів, спровокованих стресом [6]; ЕС характеризується власними емоційними переживаннями та чутливістю серцево-судинної системи до стресу, перебігом відчуттів [6].

У разі низької імовірності виникнення серцево-судинних захворювань пропонується метод профілактичного лікування, який заздалегідь був визначений шляхом проведення попереднього аналізу прогностичної інформації вищевказаними методами.

У разі прогнозування високої імовірності виникнення серцево-судинного захворювання, пов'язаного із емоційним стресом, отримані медичні дані підлягають подальшому стисканню та кодуванню [11] з метою передачі більшої кількості інформації за одиницю часу та для попередження несанкціонованого доступу до мережі зв'язку [12].

Кодування інформації здійснюється також з метою систематизації обліку медичних документів, створення необхідних умов для ефективного зберігання та використання інформації про ці документи, забезпечує умови для зручності їх обробки.

Для стискання інформації використовуємо статистичні алгоритми. Адаптивні алгоритми (алгоритм Хаффмана) [13] починають працювати з фіксованою початковою таблицею частот символів, що в процесі роботи змінюється залежно від зустрічних символів файлу. Переваги даного методу полягають у тому, що він потребує лише одного проходу по файлу і не потребує «прив'язки» таблиці частот символів, та досить ефективно стискає широке коло файлів. В ряду з алгоритмом Хаффмана використовуємо логічне сортування графічних даних [13].

При передачі зображень для їх стискання найчастіше використовують афінні перетворення [14], які дозволяють зсувувати, зменшувати чи збільшувати, стискати чи розтягувати зображення з відображенням множини квадратів у множину паралелограмів.

Використання багатократних методів модуляції корегуючих кодів дозволяє знизити вимоги до рівня перешкод в каналі та впливу міжсимвольних змін і

зменшити вірогідність помилки шляхом збільшення часу передачі одного символу кодової комбінації. Ця методика кодування дозволяє підвищити точність інформації, що передається, та забезпечує високу якість передачі та обробки інформації [14, 15].

Можливе застосування програм, що здійснюють кодування й декодування інформації на льоту [16], працюють в режимі надлишкового кодування і практично не вимагають втручання оператора та дають можливість відновити інформацію у випадку пошкодження носія. Програма використовує промисловий стандарт AES, 256-розрядне кодування і є надійним захистом від прямого перебору паролів.

Передача інформації ділиться за способом передачі, підрозділяється на рівні і споживає тим більшу кількість енергії, чим нижчий (грубіший) спосіб передачі [17].

Передача інформації відбувається у формі окремих сигналів. Приймач отримує повідомлення, для чого використовує певні запам'ятовуючі пристрої для нагромадження сигналів, та проводить його розкодування [14, 18].

Канал зв'язку передає інформацію в просторі і характеризується певною пропускнуною спроможністю. Для підвищення достовірності разом із кожною порцією інформації передаються контрольні розряди. Розкодовуючи, приймач перевіряє, чи контрольний розряд, який він отримав, дорівнює тому, що надіслав передавач. Якщо не дорівнює, то це означає, що під час передачі внаслідок шумів десь виникло спотворення повідомлення.

Максимальна довжина контрольних розрядів дорівнює повторній передачі повідомлення (контроль методом дублювання). Для більшої ймовірності передачі достовірної початкової інформації використовуємо контрольні розряди, що самовідновлюють інформацію [14].

Шуми і перешкоди можуть впливати на прийнятий сигнал. Причиною виникнення дрейфу фази в системі є зміна довжини тракту, що найбільш суттєво проявляється при зв'язку через супутник. Для синхронізації передаючого і приймального генераторів використовують кола фазового автопідлаштування (рис. 1) [19-21].

Схематичне зображення системи зв'язку і передачі інформації наведено на рис.2. Ця схема показує найбільш істотні елементи будь-якої системи зв'язку: комп'ютерної мережі, системи супутникового чи мобільного зв'язку тощо.

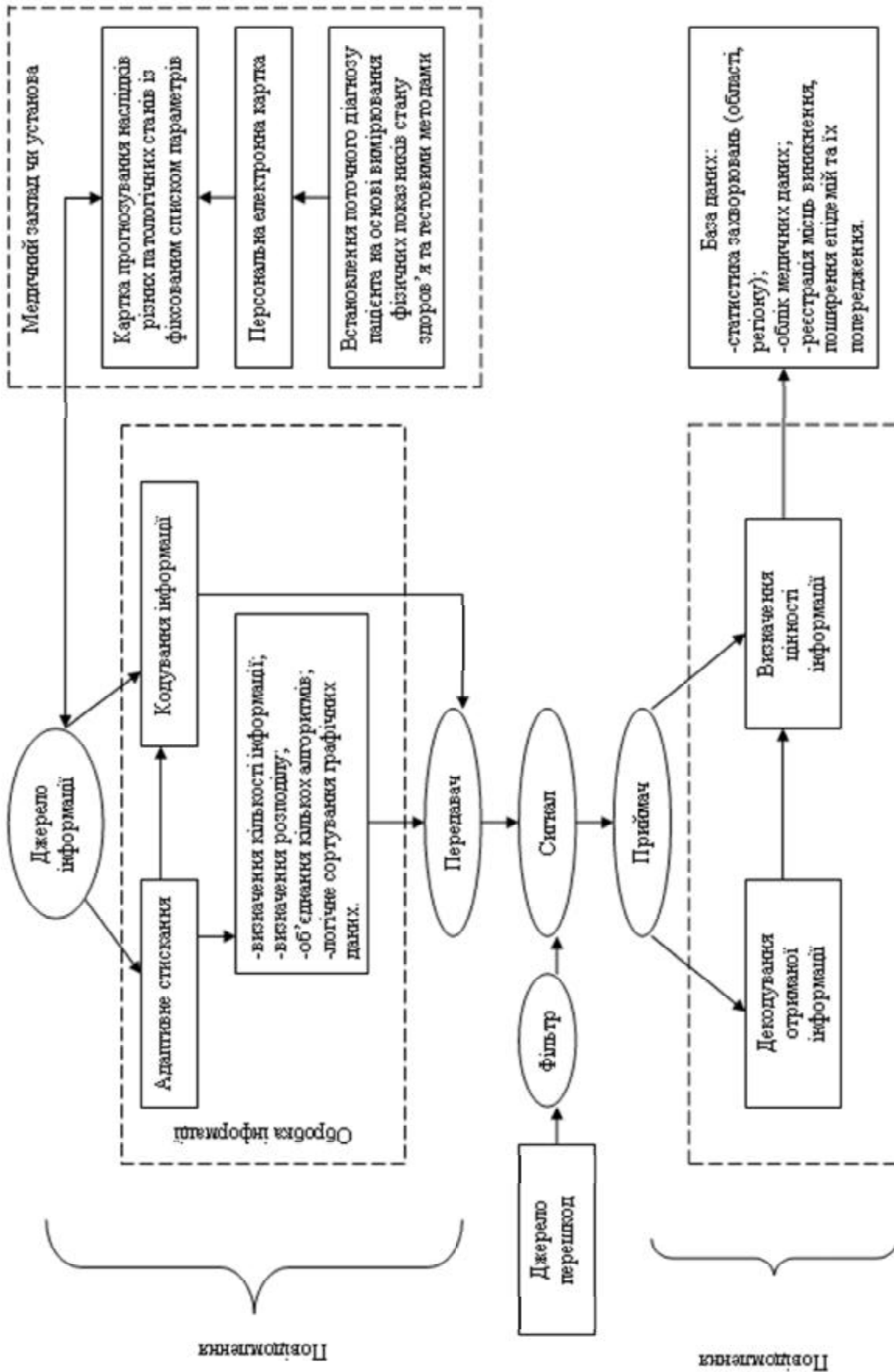


Рис. 1. Схема передачі інформації системою зв'язку.



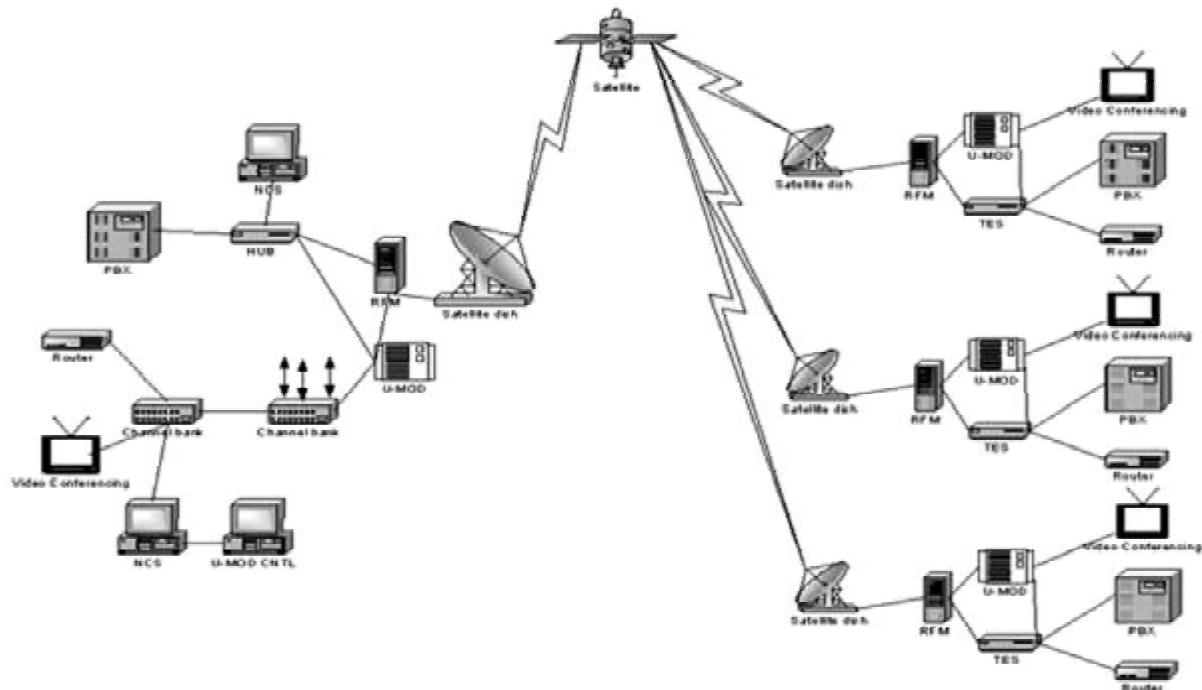


Рис. 2. Схема збору інформації на відстані супутниковою системою зв'язку та метод проведення консультавання в реальному часі.

Результат отриманої інформації після проведення процедури декодування [22], також реєструється для створення єдиної бази даних статистики захворювань (області, регіону) з метою попередження виникнення та запобігання поширенню епідемій при, наприклад, інфекційних захворюваннях. Оброблена інформація реєструється і зберігається в банку даних, який складається і ведеться з метою забезпечення єдиного обліку та формування єдиного інформаційного фонду статистики медичних документів [23].

Система статистичного збору інформації наведена на рис. 2. Цей вид зв'язку застосовується для консультавання, у разі нагальної необхідності, провідними фахівцями на відстані в реальному часі при проведенні так званої відеоконференції.

Однією з найбільш важливих властивостей інформації є її корисність. Міру цінності інформації [1]  $I_y$ , згідно з А. Маркевичем, визначають як зміну ймовірності досягнення мети в разі отримання цієї інформації

$$I_y = \log p_1 - \log p_0 = \log \frac{p_1}{p_0}$$

де  $p_0$  – початкова ймовірність досягнення мети;  $p_1$  – ймовірність досягнення мети після отримання інформації.

**Висновки.** Арифметична сума діагностичної цінності окремих методів значно перевищує їх інтегральну оцінку, що свідчить про їх взаємну доповню-

ваність в системі діагностики. Найбільш правильне встановлення діагнозу проводиться за допомогою набору діагностичних критеріїв, пріоритетність яких можна визначити вищевказаними методами.

Даний канал зв'язку має достатню пропускну здатність і стійкість до шумів, що сприяє прийняттю найбільш ефективних рішень.

Дані технології обчислення інформативності параметрів і класифікації об'єктів використовуються для аналізу інформації з метою створення алгоритмів медичного сортування і прогнозування наслідків емоційного стресу.

Розроблені програмні процедури дозволяють проводити аналіз медичної інформації для встановлення причинно-наслідкових зв'язків параметрів та розробки карток прогнозування наслідків різних патологічних станів.

Зазначена технологія використовує алгоритм визначення інформативності ознак предметного середовища, що характеризує розпізнавальні об'єкти чи явища, значення яких складають непараметричні сукупності, що не мають адекватного числового вираження. Класифікація об'єктів розпізнавання заснована на побудові системи еталонів [7].

Наведені методи кодування та декодування забезпечують взаємну однозначність перетворень відображеної множини А у множину В, що її відображує в результаті кодування та оберненого перетворення; економічність кодування, що забезпечується мініміза-

цією середньої довжини комбінацій, завдяки чому заощаджується час передавання тексту і носії інформації та збоєстійкість під впливом тих чи інших перешкод та збоїв.

### Література

1. Буковина : наукова бібліотека [Електронний ресурс] / БукЛіб. – Режим доступу: <http://buklib.net>. – Назва з екрану.
2. Кветний Р. Основи техніки передавання інформації: підручник / Р. Н. Кветний, М. М. Компанець, С. Г. Кривогубченко, А. Я. Кулик. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2002. – 198 с.
3. Жураковский Ю. Передача информации в ГАП / Ю. П. Жураковский. – К. : Вища школа, 1991. – 216 с.
4. Чернега В. Розрахунок і проектування технічних засобів обміну і передачі інформації / В. С. Чернега. – К., 1990. – 168 с.
5. Кузьмин И.В. Основы теории информации и кодирования / И. В. Кузьмин, В. А. Кедрус. – 2-е изд., перераб. и доп. – К. : Вища школа, 1986 – 238 с.
6. Кокс Т. Стресс : [пер. с англ.] / Т. Кокс. – М. : Медицина, 1981. – 216 с.
7. Прогнозування перебігу остеоартрозу колінного суглоба / Зазірний І. М., Магомедов С. М., Бур'янов О. А., Євсєєнко В. Г. // Літопис травматології та ортопедії. – 2006. – № 1-2. – С. 95-101.
8. Пашуков Т. Психологические исследования. Практикум по общей психологии : учеб. пособие / Т. И. Пашуков, А. И. Допир, Г. В. Дьяконов – М. : Институт практической психологии, 1996. – 368 с.
9. Коняєва Л.Д. Взаємозв'язок психічної надійності кваліфікованих веслярів-слаломістів з їх психологічними особистісними властивостями / Л. Д. Коняєва // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. – 2006. – № 10. – С. 42-47.
10. Кузьмин И. Основы теории информации и кодирования / И. В. Кузьмин, В. А. Кедрус – К. : Вища школа, 1986. – 238 с.
11. Цымбал В. Теория информации и кодирования : учебник / В. П. Цымбал. – 4-2 изд. – К. : Вища шк., 1992. – 263 с.
12. Про радіочастотний ресурс України / Закон України від 01.06.2000 № 1770-III, в редакції від 24 червня 2004 р.
13. Форуми КПІ [Електронний ресурс] // Прості форуми. – Режим доступу: <http://oldforum.kpi.cc>. – Назва з екрану.
14. Теория передачи сигналов / А. Г. Зюко, Д. Д. Кловский, М. В. Назаров, Л. М. Финк. – М. : Радио и связь, 1986. – 304 с.
15. Берлексин Э. Алгебраическая теория кодирования / Э. Берлексин – М. : Мир, 1971. – 477 с.
16. Мабіла [Електронний ресурс] / Мабіла Медіа. Режим доступу: <http://media.mabila.ua>. – Название с экрана.
17. Вселенная и человек [Електронний ресурс] / Вселенная. – Режим доступу: <http://www.vselennaya.org>. — Название с экрана.
18. Ти вирішуєш, що мають знати всі [Електронний ресурс] / Український реферат. – Режим доступу: <http://www.ukreferat.com.ua>. – Назва з екрану.
19. Колинько Т. Измерения в цифровых системах связи : практическое руководство / Т. А. Колинько. – К. : НТИ, 2002. – 320 с.
20. Бакланов И. Технологии измерений первичной сети / И. Г. Бакланов. – Часть 2. Системы синхронизации, В-ISDM, АТМ. – М. : Эко-Трендз, 2002. – 136 с.
21. Беллами Д. Цифровая телефония : [пер. с англ.] / Джон К. Беллами ; под ред. А. Н. Берлина, Ю. Н. Чернышова. – М. : Эко-Трендз, 2004. – 640 с.
22. Кузьмин И. Кодирование и декодирование в информационных системах / И. В. Кузьмин, В. И. Ключко, В. А. Литвин. – К. : Вища школа, 1985. – 320 с.
23. Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду : офіційний сайт [Електронний ресурс] / Держгірпромнагляд. – Режим доступу: <http://www.dnopr.kiev.ua>. – Назва з екрану.
24. Центр дистанційного навчання [Електронний ресурс] / Національна академія державного управління при Президенті України. – Режим доступу: <http://www.uapd.org.ua>. – Назва з екрану.

УДК 004.424.7:61

## АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ СТВОРЕННЯ МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ (ПРОДОВЖЕННЯ, ПОЧАТОК У ПОПЕРЕДНЬОМУ НОМЕРІ)

**С.О. Волошин**

*Інститут проблем реєстрації інформації НАН України*

В роботі проаналізовано проблеми побудови сучасних МІС, проведено аналіз існуючих систем українських розробників. Проаналізована та запропонована найоптимальніша платформа для побудови національної української МІС. В статті пропонуються прототип та архітектура, які враховують досвід світових розробників стандартів для медичної галузі, а саме HL7 [1].

**Ключові слова:** медична інформаційна система, медичний електронний паспорт.

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**С.А. Волошин**

*Інститут проблем регистрации информации НАН Украины*

В работе проанализированы проблемы построения современных МИС, проведен анализ существующих систем украинских разработчиков. Проанализирована и предложена наиболее оптимальная платформа для построения национальной украинской МИС. В статье предлагаются прототип и архитектура, которые учитывают опыт мировых разработчиков стандартов для медицинской области, а именно HL7 [1].

**Ключевые слова:** медицинская информационная система, медицинский электронный паспорт.

## THE ANALYSIS OF TECHNOLOGIES OF CREATION OF MEDICAL INFORMATION SYSTEMS

**S.A. Voloshyn**

*Institute for Information Recording of NAS of Ukraine*

In the given work problems of construction of modern MIS are analysed, the analysis of existing systems of the Ukrainian developers is carried out. Analysed and offered the most optimal platform for construction of national Ukrainian MIS. Prototype and architecture which consider experience of world developers of standards for medical area, namely HL7 [1] are offered in the article.

**Key words:** Medical information system, the medical electronic passport.

**Вступ.** Національна система депонування медичних паспортів повинна будуватися з урахуванням досвіду вітчизняних і світових розробників МІС, а також з використанням сучасних інформаційних технологій. Час автономних медичних комп'ютерних систем, які створюються окремими організаціями для вирішення окремих задач, іде в минуле. Настав період телекомунікацій – період інтеграції різноманітних медичних ресурсів у глобальні системи. Створення сучасних інформаційних систем і інтеграція в них являють собою набагато більш складні задачі, що пов'язано із багатоплатформовістю, розходженням архітектур, різноманіттям форматів даних у глобальних мере-

жах. Саме з цієї причини актуальною є проблема вибору прототипу та архітектури національної системи депонування медичних паспортів.

Медична інформаційна система являє собою сукупність програмно-технічних засобів, баз даних і знань, призначених для автоматизації різних процесів, що відбуваються у лікувально-профілактичній установі.

### **Основна частина**

Можливості OpenVista.

Відкритість системи забезпечується наявністю наступних модулів:

– Є підтримка DICOM.

© С.О. Волошин

– Модуль Health Level Seven (HL7), що забезпечує можливість передачі інформації як всередині системи VISTA (між окремими модулями), так і зовні за допомогою інтерфейсу HL7.

**Можливості модуля HL7:**

Мережевий інтерфейс:

– Передача даних з використанням низькорівневих мережевих протоколів (HLLP, X3.28, або MLLP над TCP/IP).

– Черга вхідних і вихідних повідомлень.

– Перевірка цілісності HL7 для всіх вхідних повідомлень.

– Виклик відповідної процедури обробки для кожного прибулого повідомлення.

Адміністрування повідомлень:

– Підтримка розробки додатків.

– Відстеження передачі даних.

– Повідомлення про помилки й збої.

Засоби створення повідомлень:

– Набір визначених змінних для побудови повідомлень / сегментів HL7.

– Автоматичне створення всіх заголовних сегментів повідомлень HL7.

**Робота з графічними даними.**

Модуль VISTA Imaging System – це розширення архітектури системи VISTA, що забезпечує отримання і відображення медичних зображень, сканованих документів, ЕКГ і іншої нетекстової інформації, а також поміщає цю інформацію в електронну медкарту пацієнта.

VISTA Imaging System використовує протокол DICOM для одержання зображень безпосередньо з медичних приладів.

Можливості модуля:

Загальні можливості:

– можливість відновлення ПО робочих станцій із серверів системи;

– підсистема Background Processor автоматично контролює сховища зображень і перевіряє цілісність системи;

Додаткові можливості для відображення:

– можливість модифікації параметрів зображення (яскравість, збільшення);

– відображення ЕКГ з приладів GE/Marquette MUSE.

– перегляд багатосторінкових сканованих документів і відеозаписів.

– друк зображень.

– віддалений доступ до мультимедійних ІБ.

Додаткові можливості для отримання зображень:

– Інтерфейс DICOM дозволяє отримувати зображення з різних джерел (КТ, МР, рентгенівські знімки й т.д.).

– Підтримка функціональності PACS.

– Імпорт зображень з файлів (TGA, JPG, .BMP і .AVI).

– Робота з групами зображень.

**Додаткові можливості.**

– Можливості настроювання системи (на установу, на підрозділ, на користувача).

– Модуль Clinical Monitoring System дозволяє автоматично збирати інформацію з кожного пацієнта з метою оцінки якості його лікування.

– Аналіз і контроль роботи установи. Застосування OLAP технології. Модуль автоматизує фінансову діяльність установи:

Робота з бюджетом установи.

Замовлення товарів і послуг.

Відстеження стану фондів.

Відстеження стану запитів.

Порівняння постачальників і товарів з метою вибору оптимального рішення.

Оприбуткування надходжень та ін.

Планування, керування ресурсами ЛПУ (ліжка, розклад лікарів, устаткування й т.д.).

1. Модуль Engineering забезпечує наступну функціональність:

– Планування зайнятості устаткування.

– Планування зайнятості приміщень.

– Планування діяльності підрозділів.

2. Модуль Equipment/ Turn-In Request забезпечує додаткові функції із обслуговування й контролю роботи устаткування.

– Підтримка прийняття рішень. Модуль Decision Support System (DSS) Extracts. Модуль забезпечує можливість експорту даних з будь-якої підсистеми VISTA, і передачі цієї інформації в систему підтримки прийняття рішень.

**Структура OpenVista.**

Система побудована по архітектурі клієнт-сервер. Основні модулі системи згруповані по трьох категоріях:

– адміністративні й фінансові (administrative and financial);

– клінічні (clinical);

– інфраструктурні (infrastructure).

**Адміністративні й фінансові додатки:**

– Accounts Receivable (AR) (контроль збору коштів по виставлених рахунках);

– Automated Information Collection System (AICS) (автоматична система збору інформації);

- Automated Medical Information Exchange (AMIE) (автоматична система обміну медичною інформацією);
  - Automated Safety Incident Surveillance Tracking System (ASISTS) (автоматична система відстеження безпеки);
  - Clinical Monitoring System (клінічна система спостереження);
  - Current Procedural Terminology (CPT) (довідник поточної термінології);
  - Decision Support System (DSS) Extracts (компонент передачі даних у систему підтримки прийняття рішень);
  - Diagnostic Related Group (DRG) Grouper (робота з діагностичними групами);
  - Engineering (технічна служба);
  - Equal Employment Opportunity (EEO) (контроль зайнятості);
  - Equipment/ Turn-In Request (контроль і керування роботою обладнання);
  - Event Capture (обробка подій);
  - Fee Basis (премії);
  - Generic Code Sheet (загальний довідник кодів);
  - Hospital Inquiry (HINQ) (запити в ЛПУ);
  - Incident Reporting (звіти про інциденти);
  - Income Verification Match (IVM) (контроль доходів);
  - Integrated Funds Distribution (розподілення фондів);
  - Control Point Activity (активність контрольного пункту);
  - Accounting and Procurement (IFCAP) (контроль за розподілом фондів);
  - Integrated Patient Funds (робота з коштами пацієнтів, міні-банківська система);
  - Integrated Billing (IB) (інтегрована система розрахунку й виставлення рахунків);
  - Library (бібліотека);
  - Missing Patient Registry (облік зниклих пацієнтів);
  - Occurrence Screen (контроль наявності пацієнтів);
  - Patient Representative (робота з даними пацієнтів);
  - Personnel and Accounting Integrated Data (PAID) (робота з персоналом);
  - Police and Security (внутрішній розпорядок і безпека);
  - Record Tracking (відстеження записів і змін у системі);
  - Voluntary Timekeeping (облік неоплачуваного часу).
- Клінічні додатки:
- Admission, Discharge, Transfer (ADT) /Registration (Рух пацієнтів);
  - Computerized Patient Record System (CPRS) (електронна історія хвороби);
  - Dentistry (стоматологія);
  - Dietetics (дієтхарчування);
  - Home Based Primary Care (HBPC) (первинне обслуговування пацієнтів вдома);
  - Immunology Case Registry (ICR) Overview (імунологія);
  - Intake and Output (надходження й виписки);
  - Laboratory (лабораторія);
  - Lexicon Utility (словник);
  - Mental Health (психіатрія);
  - Nursing (діяльність мед. сестри);
  - Oncology (онкологія);
  - Pharmacy (аптека);
  - Primary Care Management Module (PCMM) (керування першою допомогою);
  - Prosthetics (протезування);
  - Quality: Audiology And Speech Analysis And Reporting (QUASAR) (система розпізнавання й аналізу мови);
  - Radiology/Nuclear Medicine (променева медицина, радіологія);
  - Remote Order Entry System (ROES) (служба вилучених запитів);
  - Scheduling (планування);
  - Social Work (соціальна робота);
  - Spinal Cord Dysfunction (дисфункція спинного мозку);
  - Surgery (хірургія);
  - Veteran Identification Card (VIC) (картки ветеранів);
  - Vist Imaging System (система роботи із зображеннями);
  - Visual Impairment Service Team (VIST) (сервісна служба);
  - Vitals/Measurements (вимір життєвих параметрів);
  - Women's Health (жіноча консультація).
- Інфраструктурні додатки:
- Duplicate Record Merge: Patient Merge (об'єднання медичних записів про пацієнта);
  - Health Level Seven (HL7) (інтерфейс HL7);
  - Kernel (ядро системи);
  - Kernel ToolKit (засоби роботи з ядром системи);
  - List Manager (керування списками);
  - MailMan (поштова служба);
  - Master Patient Index (MPI) (головний список пацієнтів);
  - Master Patient Index/Patient Demographics (MPI/PD) (головний список пацієнтів / демографічні дані);

- National On-Line Information Sharing (NOIS) (національний обмін інформацією);
- Network Health Exchange (NHE) (обмін медичною інформацією з мереж);
- Patient Data Exchange (PDX) (передача даних про пацієнта);
- Remote Procedure Call (RPC) Broker (брокер віддалених запитів);
- Survey Generator (генератор оглядів);
- VA FileMan (утиліта роботи з файлами) [2].

#### **Переваги і недоліки.**

Переваги МІС OpenVista.

Відкритий вихідний код МІС, який, в свою чергу, дає майже необмежені можливості для самостійної адаптації системи під конкретні вимоги та подальшого розширення функціоналу.

Наявність засобів масштабування в МІС. Її можна використовувати як у маленьких лікувальних установах, так і в масштабах держави.

Відповідність міжнародним стандартам організації електронної медичної інформації (ISO/TS 18308:2004, ISO/TR 20514:2005, HL7 CDA 2.0).

Розповсюджується з ліцензією на безкоштовне використання. Кількість клієнтських модулів не обмежується й має нульову вартість.

Наявність засобів обміну даними з медичною апаратурою.

Простота забезпечення відмовостійкості й підвищення доступності.

#### **Недоліки**

Перехід до використання західних стандартів можливий тільки в тому випадку, якщо саме ведення медичної карти й надання медичної допомоги буде побудовано по західному зразку.

#### **Опис архітектури національної МІС**

Пацієнт – власник медичного електронного паспорту (флеш-осій), дані зберігаються на носії в зашифрованому вигляді. Перегляд даних можливий тільки на комп'ютері лікаря за допомогою спеціального програмного забезпечення й ключа доступу. Центральне сховище даних – апаратно-програмний комплекс, що забезпечує схоронність даних, створення й зберігання історії змін для кожного власника носія, розмежування прав доступу до даних і створення резервних копій.

Схема роботи полягає в тому, що флеш-носій підключається до персонального комп'ютера лікаря, на якому попередньо встановлене спеціальне програмне забезпечення, за допомогою якого й спеціального ключа лікар одержує доступ до даних, що знаходяться на носії з можливістю тільки додати

нову інформацію. Спеціальне програмне забезпечення на робочій станції лікаря при додаванні нової інформації встановлює з'єднання з центральним сховищем даних, виконує обмін службовою інформацією, в результаті чого точно визначається різниця даних на сервері й носії (у такий спосіб існує можливість проконтролювати дані на носії на предмет несанкціонованої зміни або видалення), яка, у свою чергу, після перевірки, попадає в зашифрованому вигляді в чергу на відсилання до центрального сховища даних. Таким чином, навіть після того, як запис був доданий лікарем, він у будь-який момент може відключити флеш-носій і віддати пацієнтові, навіть перезавантажити комп'ютер, (можна уявити аварійне відключення електроживлення чи проблеми з каналами в Internet), але після поновлення роботи операція пересилання даних продовжиться, як тільки комп'ютер лікаря буде працездатним.

Звичайно, існує ризик виходу з ладу персонального комп'ютера лікаря, але він дуже малий. Для запобігання цього у великих установах, де таких персональних комп'ютерів більше 10, пропонується встановлювати внутрішній сервер, що буде підключений до джерела безперебійного живлення й буде виконувати роль колектора, тобто всі операції будуть виконуватися через нього навіть при виході з ладу персонального комп'ютера лікаря. Операція, яка виконувалася на ньому до збою, збережеться в черзі й завершиться з центрального сервера медичної установи. Кожна операція буде записана в спеціальний журнал на центральному сховищі даних, після чого буде зроблений контроль цілісності даних. При виникненні збою операції вона буде повторена або скоректована. Такий збій малоімовірний, але при його виникненні оператори центрального сховища даних одержать про це повідомлення з докладними деталями операції, завдяки чому в них буде можливість у разі нагальної потреби зв'язатися з пацієнтом або лікарем для вирішення виниклої проблеми. При втраті або пошкодженні флеш-носія пацієнт може звернутися у відділ центрального сховища даних для відновлення носія шляхом копіювання інформації зі сховища на новий флеш носій.

Транзакції даних повинні бути мінімізовані, щоб зменшити навантаження й знизити витрати на пересилання даних.

Вихідні параметри тестової локальної схеми для однієї медичної установи:

- кількість електронних медичних паспортів – 2000
- середній обсяг даних одного електронного медичного паспорта – 1 Гбайт

- кількість користувачів, що одночасно підключаються до центрального сховища даних – 20
- середній обсяг внесених змін за один сеанс на одного пацієнта – 10 Мбайт.

Таким чином, для забезпечення вищенаведених параметрів у окремо взятому медичному закладі цілком достатньо встановити сучасний сервер на-

ступної конфігурації: Dual Core Xeon, 4Гб оперативної пам'яті, жорсткий диск 4 x 1Тбайт.

### Архітектура національної МІС.

Система зберігання складається з таких елементів:

- сервера БД (або декількох, з реплікацією БД);
- сервера зберігання в кількості S штук.

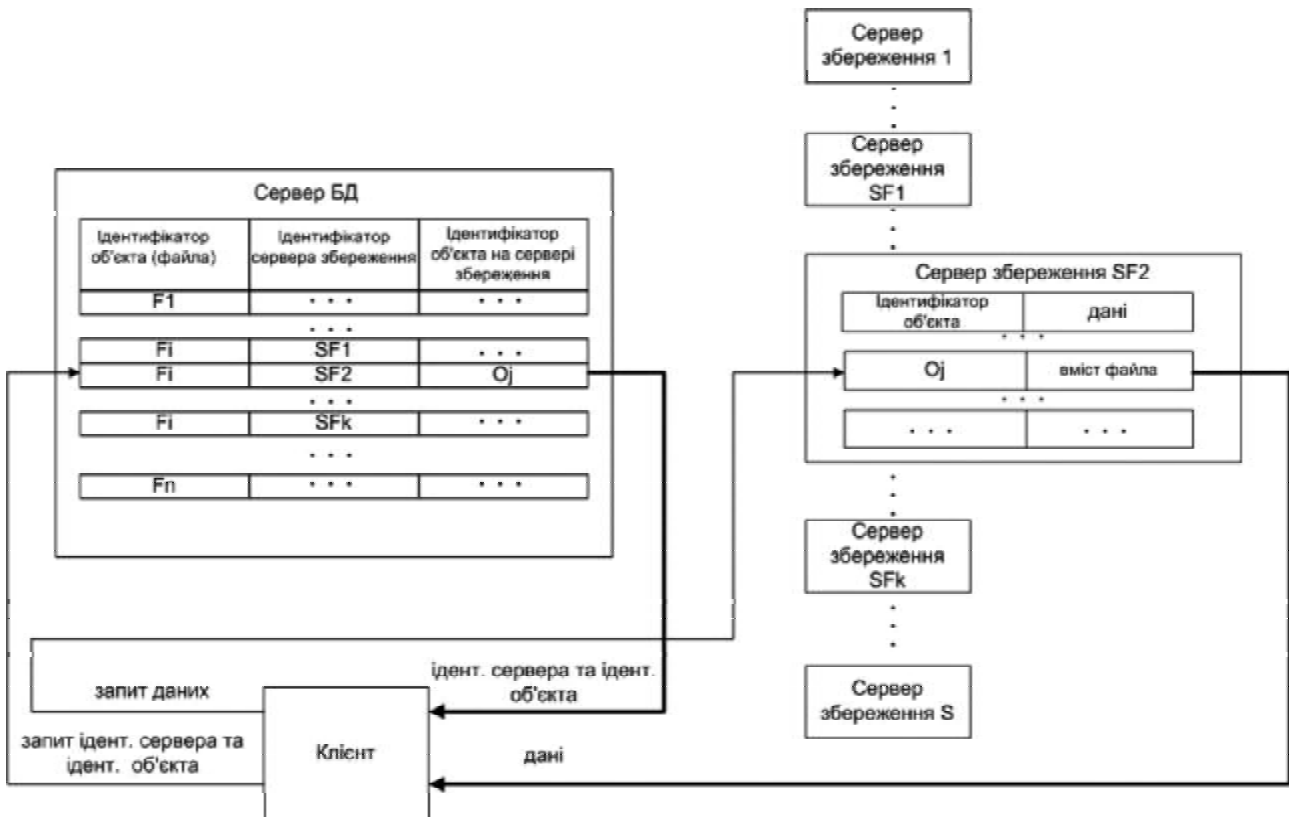


Рис. 1. Архітектура національної МІС.

Запит файла Fi здійснюється в такий спосіб.

Відбувається звернення до сервера БД, програмне забезпечення якого вибирає з таблиці запис, що зв'язує Fi з ідентифікатором сервера й ідентифікатором об'єкта на сервері. Існує кілька таких записів для кожного файла Fi (SF1... SFk, Число k вибирається відповідно до вимог до надійності й продуктивності системи).

Значення полів "ідентифікатор сервера (SF)" і "ідентифікатор об'єкта (Oj)" передаються програмному забезпеченню на комп'ютері користувача.

Програмне забезпечення на комп'ютері користувача звертається до сервера з відповідним ідентифікатором, і запитує вміст потрібного об'єкта. Якщо не вдалося підключитися до сервера SF, то відбуваються повторні звертання до сервера БД і одержання інших ідентифікаторів серверів, що зберігають необхідний об'єкт.

Переваги даного підходу в порівнянні з централізованою системою зберігання:

- підвищення надійності за рахунок наявності декількох копій даних (число k);
- підвищення сумарної продуктивності системи (число оброблюваних запитів в секунду) за рахунок розподілу навантаження між серверами;
- менші вимоги до пропускної спроможності каналів між користувачами й центральною системою, (достатня наявність швидкісного каналу до найближчого сервера зберігання);
- простота масштабування.

Недоліки:

- складність керування.

### Апаратна частина.

#### Клієнт.

Настільний комп'ютер мінімальної продуктивності, підключений до мережі Internet.

**Сервер.**

Множина потужних серверних платформ, дисковий масив, комутаційне обладнання, система резервного живлення.

Програмна частина.

Клієнт.

Операційна система MS Windows або Linux. Клієнтський модуль МІС OpenVista CIS.

**Сервер.**

**Операційна система Linux. OpenVista Server.**

**Висновки.** Система-прототип має відкритий вихідний код, модульну архітектуру, вбудовані механізми забезпечення надійності та безпеки, підтримує стандарти інтеграції з іншими МІС та медичним обладнанням. Клієнтська і серверна частини працюють на різних програмних платформах, в тому числі MS Windows, Unix та Linux, та відповідає міжнародним стандартам організації електронної медичної інформації, а також має можливість масштабуватися в великих межах.

**Література**

1. ISO/HL7 27932:2008 "HL7 Clinical Document Architecture", Release 2.4/21/2005. (DVD-ROM). Систем. вимоги: Pentium ; 32 Mb RAM ; Windows 95, 98, 2000, XP. – "Clinical systems".
2. Медицинские информационные системы: теория и практика / [Назаренко Г.И., Гулиев Я.И., Ермаков Д.Е.] Під ред. Г.И. Назаренко, Г.С. Осипова. – М.: «Физматлит», 2005. – С. 320.
3. Архитектура HL-X / [Гулиев Я.И., Малых В.Л]. Тр. междунар. науч.-практ. конф. «Программные системы: теория и приложения», ИПС РАН, Переславль-Залесский, 2004: В 2 т. / Під ред. С.М. Абрамова. - М.: «Физматлит». - Т. 2. - С. 147.
4. Медична інформаційна система [програмний статок]. Систем. вимоги: Pentium 800 MHz ; 128 Mb RAM ; Windows 98, 2000, XP. – <http://doctor.eleks.com>
5. Медична інформаційна система «Imed» [програмний статок]. Систем. вимоги: Pentium 800 MHz ; 512 Mb RAM ; Windows 98, 2000, XP. – [http://incom.ua/index.php?option=com\\_content&task=view&id=372665&Itemid=151](http://incom.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=372665&Itemid=151)
6. Медична інформаційна система «ГІС Медицина» [програмний статок]. Систем. вимоги: Pentium 533 MHz ; 128 Mb RAM ; Windows 98, 2000, XP. – [http://www.terrasoft.ua/software/partner\\_solution/ts\\_medicine/](http://www.terrasoft.ua/software/partner_solution/ts_medicine/)
7. Медична інформаційна система «ГІС Медицина» [програмний статок]. Систем. вимоги: Pentium 533 MHz ; 128 Mb RAM ; Windows 98, 2000, XP. – [http://www.softline.kiev.ua/control/ru/publish/article?art\\_id=183504&cat\\_id=182751](http://www.softline.kiev.ua/control/ru/publish/article?art_id=183504&cat_id=182751)
8. Медична інформаційна система «Openvista» [програмний статок]. Систем. вимоги: Pentium 533 MHz ; 128 Mb RAM. – <http://medsphere.org/>
9. Гусев А.В. Моделирование и оценка эффективности функционирования медицинской информационной системы / Автореф., дис. к-та тех. наук, спец: 05.13.18,, Петрозаводський університет – Петрозаводськ.: Вид-во «ПетрГУ» [1] -с.



УДК 519. 876.2: 611.018.4

## ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ СТАНУ ПАЦІЄНТА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПІДХОДІВ ТРАДИЦІЙНОЇ КИТАЙСЬКОЇ МЕДИЦИНИ (КОНЦЕПЦІЯ „У-СІН”)

**Д.В. Вакулєнко, І.І. Сугоняк<sup>1</sup>**

*Тернопільський державний медичний університет ім.І.Я. Горбачевського  
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова  
Національного авіаційного університету<sup>1</sup>*

В роботі розглянуті загальні аспекти проектування експертної системи діагностики захворювань (ЕСДЗ), формалізовані підходи до діагностування пацієнтів за наявними симптомами та вибір множини ймовірних діагнозів. Розроблено ЕСДЗ для традиційної китайської медицини (ТКМ). Впровадження такої системи дозволить скоротити час визначення діагнозу, використати досвід, накопичений в ТКМ, щодо діагностики захворювань та їх лікування, підвищити рівень обґрунтованості та якість прийняття рішень щодо діагностування захворювань.

## ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОДХОДОВ ТРАДИЦИОННОЙ КИТАЙСКОЙ МЕДИЦИНЫ (КОНЦЕПЦИЯ „У-СИН”)

**Д.В.Вакулєнко, И.И. Сугоняк<sup>1</sup>**

*Тернопольский государственный медицинский университет им. И.Я. Горбачевского  
Житомирский военный институт им. С.П. Корольова  
Национального авиационного университета<sup>1</sup>*

В работе рассмотрены общие аспекты проектирования экспертной системы диагностики заболеваний, формализованы подходы к диагностированию пациентов по имеющимся симптомам и выбору множественного числа вероятных диагнозов. Разработано ЭСДЗ для традиционной китайской медицины (ТКМ). Внедрение такой системы позволит сократить время определения диагноза, использовать опыт, накопленный в ТКМ, относительно диагностики заболеваний и их лечения, повысить уровень обоснованности и качества принятия решений относительно диагностирования заболеваний.

## EXPERT SYSTEM DIAGNOSIS OF THE PATIENT USING THE APPROACHES OF TRADITIONAL CHINESE MEDICINE (THE CONCEPT OF “U-SIN”)

**D.V. Vakulenko, I.I. Suhunyak<sup>1</sup>**

*Ternopil State Medical University im.I.Ya. Horbachevsky  
Zhytomyr Military Institute. SP Korolev National Aviation University<sup>1</sup>*

In this paper general aspects of designing expert systems for the diagnosis of diseases, formalized approaches to diagnosis, symptoms and available for selection of the set of possible diagnoses. A ESDD for Traditional Chinese Medicine (TKM). Implementing such a system would reduce the time to determine the diagnosis, to use the experience gained in TKM, for diagnosis and treatment of diseases, improve the validity and quality of decision-making for diagnosis of diseases.

**Вступ.** В 1979 році організація охорони здоров'я дала високу оцінку традиційній китайській медицині (ТКМ), визнавши спершу, що 43 стани можуть бутивилікувані методом голкорексфлексотерапії, згодом була визнаною доцільність використання цих методів в поєднанні із традиційною медициною. Слід підкреслити, що поєднання сучасних методів фізіотерапії і фізіопунктури (акупунктура) з медикаментозною те-

рапією дозволяє отримати наступні переваги в процесі лікування:

- потенціуючий 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 алер-

© Д.В. Вакулєнко, І.І. Сугоняк

гічних реакцій, токсичної дії, метаболічних порушень і др.;

– зменшення навантаження ліків (дозування) при більшій ефективності лікування.

Описані варіанти системного, системно-антисистемного підходу європейської медицини в лікуванні захворювань переключаються 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, 2] та значно підвищує ефект традиційної медикаментозної терапії, а 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 діагностики (надалі

ЕСД) 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 симптомів захворювання та здійснене лінгвістичне оцінювання абсолютних значень симптомів, що оцінюються за умов діагностики за методикою “У-СІН”; розроблено структуру, математичне та алгоритмічне забезпечення бази знань модуля діагностики; побудовано нечіткий алгоритм формування висновків щодо стану пацієнту за теорією “У-СІН”

**Основна частина**

Нехай стан *j*-го пацієнта визначається масивом наявних симптомів  $E_j^c = \{e_i^j\}$ . В свою чергу, *k*-те порушення балансу стихії (поняття є аналогією поняття “захворювання” в традиційній медицині) (рис. 1) визначається на множині з *n* стану різних складових організму людини, що згруповані у *m* груп за етапами діагностики, і утворюють ієрархічну множину (рис. 1).

Такий поділ полягає у групуванні за наступною ієрархією (рис. 2)

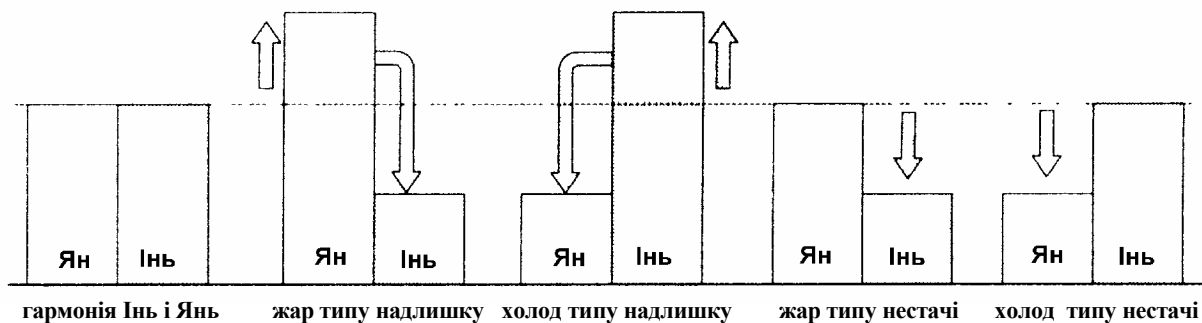


Рис. 1. Основні форми порушення балансу Інь та Ян.

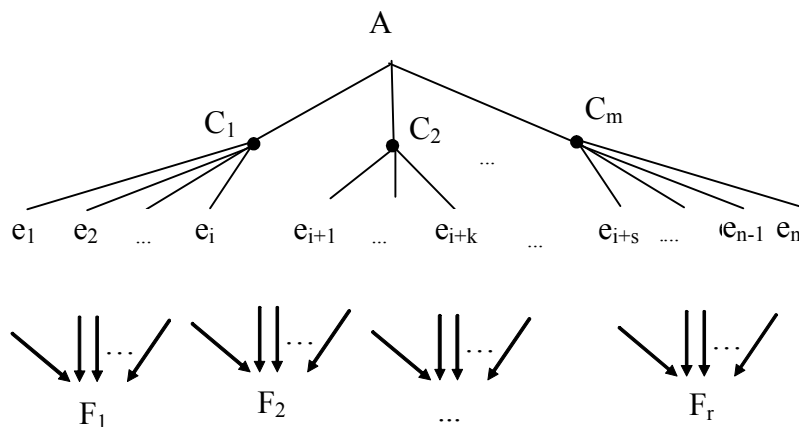


Рис. 2. Загальна структура ієрархії симптомів для визначення порушення балансу стихії.

Кожному симптому, відповідно до підходу, запропонованого у [4], відповідає лінгвістична оцінка за

шкалою 0-1 (табл. 1) та визначений методом експертних оцінок або статистичних досліджень ваго-

вий коефіцієнт ймовірності прояву симптому. Групи симптомів для окремої хвороби також ранжуються

за важливістю із використанням методу попарних порівнянь.

Таблиця 1. Огляд кольору обличчя

Діапазон значень	Оцінка	Бали
Чорний (темний)	критично низька	0
Блідо-темний	низька	0,1
Обличчя блідо-сірого кольору	знижена	0,25
Виражена блідість обличчя	незначно знижена	0,4
Блискуча пружна шкіра природних кольорів	нормальна	0,5
Почервоніння обличчя	незначно підвищена	0,6
Червоний	підвищена	0,75
Гіперемія обличчя	висока	0,9
Виражена гіпертермія	критично висока	1

Таким чином, із множини існуючих порушень балансу стихій потрібно обрати одне або їх сукупність, таку що пояснює всі наявні у пацієнта симптоми, тобто провести діагностику стану пацієнта.

ЕСД може використовуватись у клінічних та поліклінічних закладах охорони здоров'я з метою підвищення обґрунтованості прийняття рішень лікарями

щодо діагностування та вибору шляхів лікування пацієнтів за методикою "У-СІН". Така система може застосовуватись на основі експертних знань нетрадиційної, зокрема китайської медицини (ТКМ). Система призначена для застосування у наступних випадках (рис.3): діагностування, пошук варіантів лікування, ведення статистики захворювань.

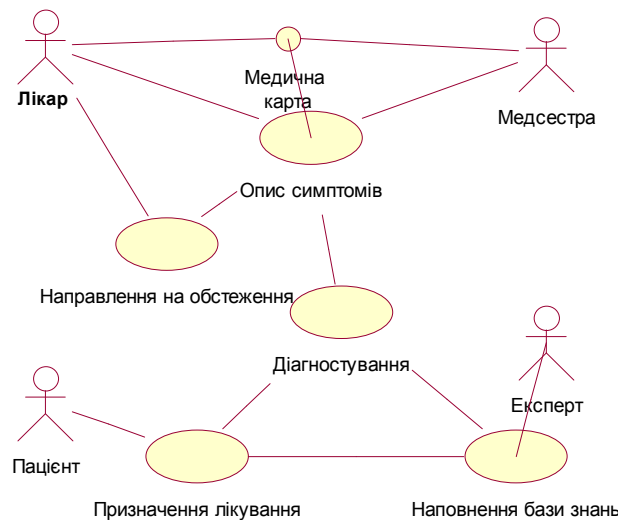


Рис.3. Діаграма варіантів використання системи.

Формування бази експертних знань щодо ознак порушення балансу стихій здійснюється двома шляхами – на першому етапі впровадження системи на основі методу експертного оцінювання, коли кожному з експертів пропонується визначити характерні для порушення балансу стихії симптоми та ймовірність їх прояву у окремого пацієнта. В подальшому при наповненні бази даних обстежень пацієнтів даний показник корелюється із статистичними результатами.

Кожному порушенню балансу стихій відповідає нечітка множина симптомів, що визначається наступним чином:

$E_i = \{\mu_{ik} / e_{ik}\}$ .  $\mu_{ik}$  – визначає ймовірність (можливо нечітку) прояву даного симптому у хворих,  $e_{ik}$ .

Для визначення ймовірності прояву симптому при даному порушенні балансу стихій даного показника розглянемо два випадки:

а) симптом є бінарно визначеним (тобто або він проявляється або ні). В такому випадку для визначення його ваги використовується класичне визначення ймовірності:

$\mu_i = \frac{N_i}{N}$ , для опрацювання бази даних діагностованих пацієнтів, або, якщо визначається за експертним оцінюванням, то

$$\mu_{ik} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i v_i}{v_i}, \text{ де } v_i - \text{ваговий коефіцієнт що відоб-}$$

ражає ранг експерта.

Для узагальнення даних експертного оцінювання та статистичних даних системи, система розглядається як окремий експерт, ваговий коефіцієнт якого є лінгвістичною оцінкою обсягу наявних даних [4].

б) якщо симптом не є бінарним, тобто можливою є наявність якісно різних проявів одного симптому, його ймовірність розраховується за спрощеною формулою Байєса:  $\mu_{ik} = p(N_{ir}|N_i) * p(N_i)$ , де  $p(N_{ir}|N_i)$  – ймовірність прояву симптому із r-статусом, серед всіх випадків прояву симптому,  $p(N_i)$  загальна – ймовірність прояву симптому у хворого з даним захворюванням, далі можливим є використання декартового добутку станів системи, що забезпечить наявність декількох альтернативних нечітких множин симптомів порушення балансу стихій або використання співвідношення для нечіткої ймовірності  $\mu_{ik} = \max\{\mu_{ik}(N_{ir})\}$  забезпечить єдиний варіант опису. При формуванні нечіткої множини симптомів захворювання для порівняння із станом пацієнта до неї включається тільки одне значення, що якісно відповідає симптому, наявному у нього.

Уточнення коефіцієнта  $\mu_{ik}$  в процесі роботи системи відбувається шляхом врахування результатів поточної статистичної оцінки даних бази пацієнтів як думки окремого експерта, ранг якого підвищується із збільшенням кількості даних [4].

На етапі опису симптомів лікар або медична сестра вносить в базу даних системи всі відомості про стан пацієнта, які отримані з його пояснень, за результатами огляду, раніше зроблених обстежень та медичної карти. Далі, за наявності необхідних даних, проводиться діагностування або призначається додаткове обстеження. Після визначення захворювання пацієнту призначається лікування.

Інтегральна оцінка порушення балансу стихій визначається за методом Сааті [3]:

$$F_i^k = M E_i, \quad (1)$$

де  $M \{ \pi(AC_j) \mu_{ik}(C_j e_k) \}$  – вектор вагових коефіцієнтів дуг останнього рівня.

Інтегральна оцінка наявних у пацієнта симптомів визначається аналогічним чином:

$$F_i^c = M^* E^c, \quad (2)$$

де –  $M^*$  розширений вектор вагових оцінок дуг останнього рівня ієрархії симптомів порушення, в якій, за умови наявності в пацієнта симптомів, що не належать даній стихії, приймаються нульові значення для коефіцієнтів.

Для розрахунку допустимого значення  $\varepsilon$  від множини еталонних захворювань необхідним є розрахунок граничних інтегральних оцінок захворювання у випадку наявності для кожного захворювання однієї множини симптомів, або мінімальної та максимальної інтегральної оцінки у випадку наявності альтернативних множин симптомів.

Граничними інтегральними оцінками порушення балансу стихій у випадку наявності для кожного порушення однієї множини симптомів вважається оцінка співвідношення (1), та оцінка, що розраховується за співвідношенням (1) лише для підмножини симптомів  $\mu_{ik}(C_j e_k) \geq \mu^*$  (для достатньої достовірності приймається  $\mu^* = 25\%$ ). В обох випадках  $\varepsilon$  визначається як  $\varepsilon = (F_{\max} + F_{\min}) / 2$ .

На етапі діагностування система може отримати наступні результати:

1) у пацієнта є одне порушення балансу стихій у випадку, якщо:

- нечітка множина симптомів відповідає нечіткій множині ознак хвороби,  $E^c = E_i$ , або  $E^c \in E_i$ . Для порівняння множини симптомів присвоюються значення  $\mu_{ik}$  що розраховані для хвороби;

- інтегральна оцінка множини симптомів має відхилення, що не перевищує певне значення  $\varepsilon$  від еталонної множини симптомів, що наявні в базі знань:

$$|F_i^c - F_i^{ek}| \leq \varepsilon.$$

2) пацієнт має декілька порушень балансу стихій у випадку, якщо:

- нечітка множина симптомів перетинається з нечіткою множиною ознак порушення балансу стихій,  $E^c \cap E$ , у такому випадку проводиться пошук сукупності з k хвороб, що задовольняють умові

$$E^c \in \bigcup_{i=1}^k E_i$$

- для кожної хвороби розраховується інтегральна оцінка підмножини симптомів  $E_k^c$ , що наявні у пацієнта і відповідають певному порушенню балансу стихій з визначеної сукупності і, відхилення від еталонної множини симптомів, що наявні в базі знань окремих

захворювань в такому випадку не перевищує певне значення  $\varepsilon$ :  $|F_i^c - F_i^{ek}| \leq \varepsilon$ , для всіх хвороб.

3) Пацієнт потребує додаткового обстеження у випадках, якщо:

$$- E^c \notin E_i, \text{ або } E^c \subseteq \sum_{i=1}^k E_i \text{ та немає можливості}$$

змінити масив симптомів, виключивши з його погляду незначні, та додавши інші. Обстеження визначається у напрямку, що відповідає масиву порушень балансу стихій  $\inf \{ E^c - E_i \}$ .

$$- E^c = E_i, \text{ або } E^c = \sum_{i=1}^k E_i, \text{ але } |F_i^c - F_i^{ek}| > \varepsilon. \text{ В та}$$

кому випадку крім обстеження можна призначити лікування, оскільки відхилення може бути обумовлене індивідуальною реакцією пацієнта на порушення балансу стихій.

4) якщо знайдено декілька взаємовиключних порушень балансу, або декілька можливих сукупностей порушень, то найімовірнішим є захворювання з найменшим  $\varepsilon$ , за необхідності лікар може направити пацієнта на додаткове обстеження вже для визначеного переліку захворювань.

Діаграма дій системи на етапі діагностування має наступний вигляд (рис.4):

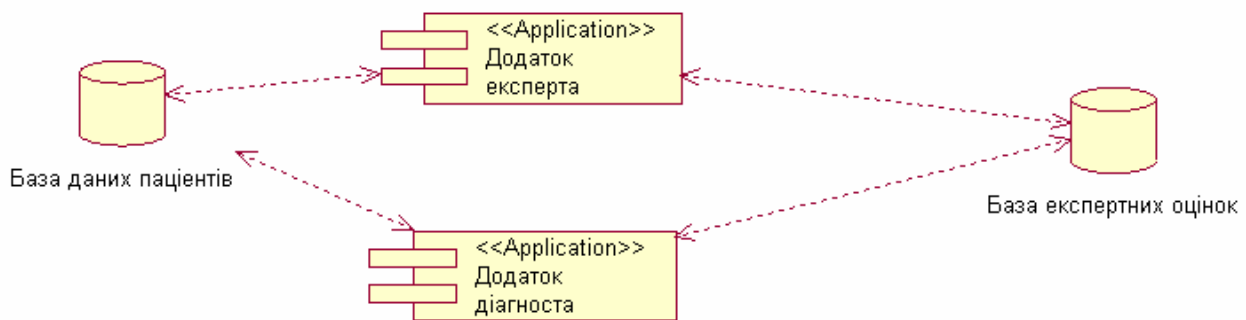


Рис.4. Компонентна структура системи.

Для забезпечення роботи підсистеми діагностування необхідно мати наступні компоненти:

База даних пацієнтів зберігає основні відомості про особу пацієнтів, відвідування ними медичного закладу та результати їх обстежень.

База експертних оцінок зберігає описи всіх можливих захворювань із визначеними симптомами та функціями належності симптомів тому чи іншому захворюванню.

Діаграма класів системи має наступний вигляд (рис.5):

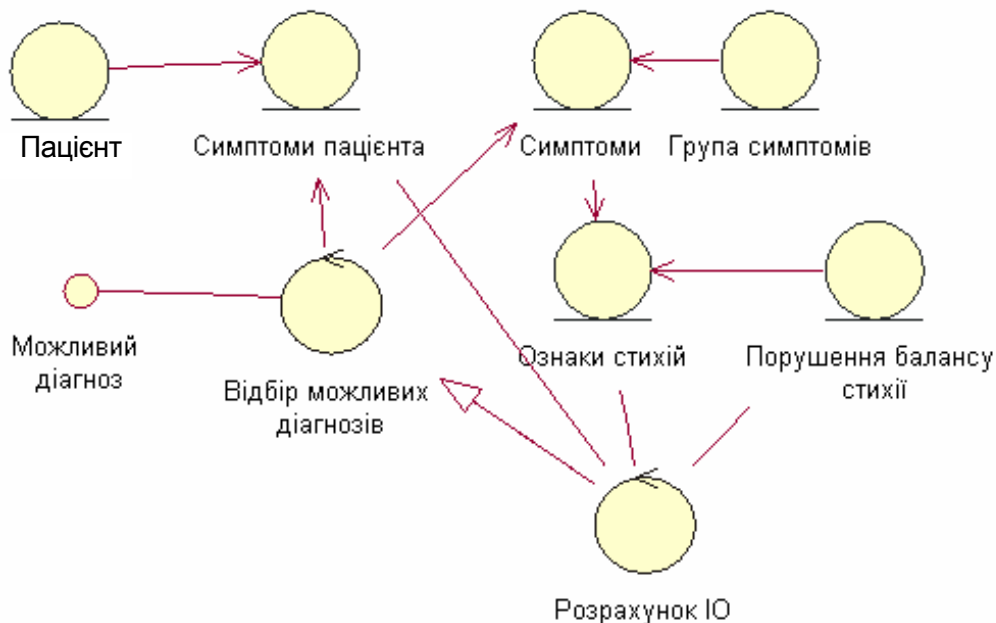


Рис.5. Узагальнена діаграма класів ЕСДЗ.

Класи “Пацієнт”, “Групи”, “Симптоми”, “Хвороби” є довідниковими класами, що зберігають загальні відомості про дані сутності. Клас “Ознаки хвороби” формується на основі експертних оцінок і зберігає інформацію про нечіткі множини симптомів хвороби у наступному вигляді (#хвороби, #симптому, значення функції належності, якісна оцінка симптому). Клас “Симптоми пацієнта” зберігає відомості результатів обстеження, з яких лікар формує множини симптомів для діагностування. Керуючий клас “Розрахунок ІО” реалізує алгоритм розрахунку інтегральних оцінок захворювань та порівняльних інтегральних оцінок множин симптомів пацієнтів. Клас “Вибір можливих діагнозів” реалізує алгоритм порівняння симптомів та пошуку відповідних порушень, а

також алгоритм відбору найбільш ймовірних діагнозів.

Операції обробки даних в системі реалізуються із використанням реляційних операторів структурованої мови запитів та алгоритмічних засобів мов програмування високого рівня.

**Висновки.** В роботі розглянуті загальні аспекти проектування експертної системи діагностики захворювань, формалізовані підходи до діагностування пацієнтів за наявними симптомами та вибір множини ймовірних діагнозів. Розроблено ЕСДЗ для ТКМ. Впровадження такої системи дозволить скоротити час визначення діагнозу, використати досвід, накопичений в ТКМ, щодо діагностики захворювань та їх лікування, підвищити рівень обґрунтованості та якість прийняття рішень щодо діагностування захворювань.

#### **Література:**

1. Самосюк И. З. Интегративная медицина – медицина будущего / И.З. Самосюк, Н.В. Чухраев // Научно-практический журнал “Медицинский Вестник”. – 2002. – №1-2.
2. Белоусов П. В. Теоретические основы китайской медицины / П. В. Белоусов. — Алматы, 2004. — 160 с. — (Серия «Китайская чженцю-терапия»).
3. Саати Т. Принятие решений методом анализа иерархий / Т. Саати; [пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе]. — М. : «Радио и

связь», 1993. — 278 с.

4. Самохвалов Ю. Я. Экспертное оценивание. Методический аспект / Ю. Я. Самохвалов, Е. М. Науменко – К.: ДУКІТ, 2007. – 262 с.

5. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию решений / Л.А. Заде– М.: Мир, 1976. – 165с.

## 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 (СІ) 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 СІ. 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 етаназії. 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. Амосов Н.М., Касаткин А.М., Касаткина Л.М., Талаев С.А. Автоматы и разумное поведение. –К.: Наук.думка, 1973. – 374 с.

2. Вороненко Ю.В., Мінцер О.П. Технології дистанційного навчання у практичній медицині // 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, (є) 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 - 15 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:**

Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського

КОД 02010830

р/р 35224001000151 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)