

**МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА  
ТА ІНЖЕНЕРІЯ**

(науково-практичний журнал)

**МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА  
И ИНЖЕНЕРИЯ**

(научно-практический журнал)

**MEDICAL INFORMATICS  
AND ENGINEERING**

(scientific-practical journal)

**3 (35) / 2016**

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

**Редакційна рада:**

М. В. Банчук,  
В. Б. Биков,  
І. Є. Булах,  
О. П. Волосовець,  
Ю. В. Вороненко,  
Б. А. Кобрінський (РФ),  
**Л. Я. Ковальчук,**  
Ю. М. Комаров (РФ),  
Ю. М. Колесник,  
В. Я. Михньов,  
О. С. Никоненко,  
О. В. Палагін,  
А. М. Сердюк,  
В. Д. Шинкарук,  
О. В. Чалий,  
Ю. І. Якименко

**Редакційна колегія:**

Р. А. Абизов,  
М. Ю. Антомонов,  
Г. Л. Апанасенко,  
Н. О. Артамонова,  
Л. Ю. Бабінцева (заст. гол. ред.),  
М. Ю. Болгов,  
В. В. Вишневський,  
Л. С. Годлевський,  
Т. А. Грошовий,  
Л. Л. Давтян,  
І. Й. Єрмакова,  
Ю. Ф. Зінковський,  
І. С. Зозуля,  
В. М. Ільїн,  
В. В. Кальниш,  
О. С. Коваленко,  
О. Л. Ковальчук  
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,  
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,  
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 KB № 12935-1819P від 03.07.2007.

**Журнал «Медична інформатика та інженерія»:**  
**включено до переліку наукових фахових видань України наказ МОН України від 21.12.2015 № 1328 (медичні та біологічні науки);** включено до переліку наукових фахових видань ВАК України: постанова Президії ВАК України від 27.05.2009 № 1-05/2 (медичні науки); постанова Президії ВАК України від 10.11.2010 № 3-05/7 (біологічні науки).

**Журнал включено до міжнародних наукометричних баз Google Scholar, Index Copernicus.**

**Співзасновники:**

Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л. Шупика,  
ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України».

**Адреса редакції:**

вул. Дорогожицька, 9, м. Київ, 04112, тел./факс: (+380 44) 456-72-09, тел.: (+380 44) 205-49-55,  
e-mail: mijournal@nmapo.edu.ua

Web-site: [http://www.nbu.gov.ua/portal/Chem\\_Biol/Mii/index.html](http://www.nbu.gov.ua/portal/Chem_Biol/Mii/index.html)  
<http://www.tdmu.edu.ua>, <http://inmeds.com.ua/periodics/mii/>

**Адреса видавництва:**

ТОВ «НВП «Інтерсервіс», вул. Бориспільська, 9, м. Київ  
Свідоцтво: серія ДК № 3534 від 24.07.2009  
тел.: (+380 44) 586-48-65, e-mail: info@calendar.ua

Рекомендовано вченою радою Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика, МОЗ України (від 14.09.2016, протокол № 7) та вченою радою Тернопільського державного медичного університету імені І. Я. Горбачевського (від 27.09.2016, протокол № 4). Журнал видається за сприяння Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»

Правову основу забезпечення практики публікації етики становлять міжнародні стандарти: положення, прийняті на 2-ій Всесвітній конференції з питань дотримання сумлінності наукових досліджень; положення, розроблені Комітетом з етики наукових публікацій (The Committee on Publication Ethics - COPE) і норми розділу «Авторське право» Цивільного кодексу України.

Підписано до друку 11.10.2016. Формат 60x84/8.  
Папір офсет. Ум. друк. арк. 12,5. Обл.-вид. арк. 11,82.  
Тираж 600 прим. Зам. № 11-10/16 .

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, 2016  
© Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського, 2016

**ЗМІСТ**

**CONTENTS**

- О. П. Мінцер*  
**ШЛЯХИ РОЗВИТКУ МОБІЛЬНОЇ МЕДИЦИНИ** 5
- О. P. Mintser*  
**WAYS OF MEDICINE MOBILE**
- В. П. Марценюк, П. Р. Сельський, Б. П. Сельський*  
**ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ АРТЕРІАЛЬНОЇ ГІПЕРТЕНЗІЇ НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕТОДИК ІЗ РОЗРОБКОЮ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНИХ КРИТЕРІЇВ ПРИ НАДАННІ ПЕРВИННОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ** 12
- V. P. Martsenyuk, P. R. Selsky, B. P. Selsky*  
**THE OPTIMIZATION OF HYPERTENSION DEVELOPMENT FORECASTING ON THE BASIS OF COMPREHENSIVE APPLICATION OF INFORMATION TECHNIQUES TO THE DEVELOPMENT OF DIFFERENTIAL DIAGNOSTIC CRITERIA FOR PRIMARY CARE**
- Г. Л. Апанасенко*  
**САНОЦЕНТРИЧНА СТРАТЕГІЯ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я: ПРЯМИЙ ШЛЯХ ДО ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ** 19
- G. L. Apanasenko*  
**SANOTCENTRIC HEALTH STRATEGY: DIRECT WAY TO HEALTH OF THE POPULATION**
- Н. О. Сіненко, Г. В. Загорій, С. І. Мохначов*  
**ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ РЕГУЛЬОВАНИХ ПРОФЕСІЙ У РАМКАХ ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНОГО ПАРТНЕРСТВА В ОСВІТІ ТА Е-МЕДИЦИНИ** 23
- N. O. Sinyenko, G. V. Zagorii, S. I. Mokhnachov*  
**FEATURES OF QUALITY OF REGULATED PROFESSIONS TRAINING WITHIN THE PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP IN EDUCATION AND E-MEDICINE**
- О. Є. Стрижжак, О. П. Мінцер, Л. Ю. Бабінцева*  
**ОНТОЛОГІЧНІ ІНТЕРАКТИВНІ СИСТЕМИ ЗНАТЬ – ПАРАДИГМА РОЗВИТКУ МОБІЛЬНОЇ МЕДИЦИНИ** 28
- O. Ye. Stryzhak, O. P. Mintser, L. Yu. Babintseva*  
**ONTOLOGICAL KNOWLEDGE INTERACTIVE SYSTEM – THE PARADIGM OF MOBILE HEALTH DEVELOPMENT**
- В. П. Марценюк, Н. Я. Климук, І. С. Гвоздецька*  
**ПРОБЛЕМА ЗАХИСТУ ТЕЛЕМЕДИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ: НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ АСПЕКТИ З ДОСВІДУ РЕСПУБЛІКИ ПОЛЬЩА** 45
- V. P. Martsenyuk, N. Ya. Klymuk, I. S. Gvozdetska*  
**ON PROBLEM OF TELEMEDICINE INFORMATION SECURITY: LEGISLATIVE AND ORGANIZATIONAL ASPECTS BASED ON EXPERIENCE OF REPUBLIC OF POLAND**
- В. О. Гаврилюк*  
**ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я: У ПОШУКАХ СИСТЕМНОЇ ОЦІНКИ** 57
- V. O. Gavrylyuk*  
**INDIVIDUAL HEALTH IN SEARCH SYSTEM ASSESSMENT**
- Д. В. Вакуленко, Л. О. Вакуленко, О. В. Кутакова*  
**ВИВЧЕННЯ АДАПТАЦІЙНИХ МЕХАНІЗМІВ ПРИ КОМПРЕСІЇ ПЛЕЧА МАНЖЕТОЮ** 63
- D. V. Vakulenko, L. O. Vakulenko, O. V. Kutakova*  
**STUDY OF COMPRESSION ADAPTATION MECHANISMS TO SHOULDER CUFFS**
- А. Є. Апікова, Д. О. Федотов, В. А. Клименко, К. О. Яновська*  
**СИСТЕМА ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДА ДІАГНОСТИКИ ПНЕВМОНІЙ ПАСИВНОЮ ЕХОЛОКАЦІЄЮ** 70
- A. E. Apikova, D. O. Fedotov, V. A. Klymenko, K. O. Yanovska*  
**SYSTEM FOR IMPLEMENTATION OF METHOD FOR PNEUMONIA DIAGNOSING BY PASSIVE ECHOLOCATION**

*В. З. Стецюк, А. Й. Савицький, Т. П. Іванова,  
Г. М. Федущка, А. О. Остапова*  
**ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ  
ДІАГНОСТИКИ МЕТОДОМ ПОТЕНЦІЙНИХ  
ФУНКЦІЙ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ  
НЕВРОЛОГІЧНИХ ХВОРОБ**

*V. Z. Stetsyuk, A. J. Savytskiy, T. P. Ivanova,  
H. M. Fedushka, A. O. Ostapova*  
**77 DIFFERENTIAL DIAGNOSTICS MODEL  
RESEARCH BY MEANS OF THE POTENTIAL  
FUNCTIONS METHOD FOR NEUROLOGY  
DISEASES CLASSIFICATION**

*В. В. Бойко, В. О. Прасол, Д. В. Оклей, І. А. Тарабан,  
П. О. Болдижар*  
**ІСНУЮЧІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МОДЕЛІ  
ВЕНОЗНОГО ТРОМБОЗУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)**

*V. V. Boiko, V. O. Prasol, D. V. Oklei, I. A. Taraban,  
P. O. Boldyzhar*  
**81 EXISTING EXPERIMENTAL MODELS OF  
VENOUS THROMBOSIS (REVIEW)**

*Г. П. Чуйко, О. В. Дворник, І. О. Шиян*  
**НАСКІЛЬКИ НАДІЙНИМИ Є КАЛІБРАТОРИ  
ДЛЯ МЕЛАТОНІНУ СУЛЬФАТУ В СЕЧІ?**

*G. P. Chuiko, O. V. Dvornyk, I. O. Shyian*  
**87 HOW RELIABLE ARE CALIBRATORS FOR  
URINARY MELATONIN SULFATE?**

*Н. Я. Кобринська*  
**ОЦІНКА ПРОГНОЗУ МУЛЬТИФОКАЛЬНОЇ  
ВИСОКОДИФЕРЕНЦІЙОВАНОЇ ТИРЕОЇДНОЇ  
КАРЦИНОМИ ЗА СИСТЕМОЮ TNM**

*N. Ya. Kobrynska*  
**92 EVALUATION OF PROGNOSIS IN MULTIFOCAL  
HIGHLY DIFFERENTIATED THYROID  
CARCINOMAS ACCORDING TO THE TNM  
SYSTEM**

УДК 61:621.395.004

DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2016.3.6746>

## ШЛЯХИ РОЗВИТКУ МОБІЛЬНОЇ МЕДИЦИНИ

О. П. Мінцер

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

Розглянуто питання застосування технологій мобільної медицини в практичній охороні здоров'я. Запропонована класифікація мобільних пристроїв, що вже сьогодні надзвичайно широка та включає щонайменше 15 груп, котрі були нами розбиті на чотири підгрупи. Узагальнено напрями застосування мобільної медицини на тепер. Підкреслено, що клінічна дерматологія являє ідеальну модель для демонстрації ефективності використання М-медицини. Другою моделлю названа офтальмологія.

Зроблено висновки, що мобільні пристрої потребують пильної уваги, перш за все внаслідок їх високої ефективності в умовах обмежених ресурсів; для забезпечення ефективного впровадження технологій М-медицини необхідне прискорене розроблення нормативно-правового забезпечення застосування мобільних пристроїв.

**Ключові слова:** мобільна медицина, електронна медицина, смартфони, планшети, телемедицина, класифікація мобільних пристроїв, нормативно-правове забезпечення застосування мобільних пристроїв.

## ПУТИ РАЗВИТИЯ МОБИЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ

О. П. Минцер

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

Рассмотрены вопросы применения технологий мобильной медицины в практическом здравоохранении. Цель исследования – анализ реальных перспектив мобильной медицины и ее развития. Предложена классификация мобильных устройств, которая уже сегодня чрезвычайно широка и включает не менее 15 групп, разбитых нами на четыре подгруппы. Выполнен обзор направлений применения мобильной медицины в настоящем времени. Подчеркнуто, что клиническая дерматология представляет собой идеальную модель для демонстрации эффективности использования М-медицины. Второй моделью названа офтальмология.

Сделаны выводы о том, что мобильные устройства требуют пристального внимания, прежде всего, вследствие их высокой эффективности в условиях ограниченных ресурсов; для обеспечения эффективного внедрения технологий М-медицины нужна ускоренная разработка нормативно-правового обеспечения применения мобильных устройств.

**Ключевые слова:** мобильная медицина, электронная медицина, смартфоны, планшеты, телемедицина, классификация мобильных устройств, нормативно-правовое обеспечение применения мобильных устройств.

## WAYS OF MEDICINE MOBILE

O. P. Mintser

*Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education*

Question of the use of mobile technology in the practice of medicine and public health is considered. The purpose of research was analysis of the real prospects of m-medicine and its development. It was proposed the mobile devices classification. It includes, at least, 15 groups. They were divided into four subgroups. It was done a review of the mobile medicine applications in the present time. It was emphasized that clinical dermatology is an ideal model to demonstrate the effectiveness of the use M-medicine. The second model is ophthalmology.

Conclusions. 1. Mobile devices require attention, primarily as a result of their high efficiency in terms of limited resources. 2. To ensure effective implementation of m-Medicine technology there is a need for the accelerated development of regulatory support of mobile devices usage.

**Key words:** mobile medicine, e-medicine, Smart phones, tablets, telemedicine, mobile classification, regulatory and legal framework for the mobile devices use.

**Вступ.** У світовій літературі мобільна медицина відома під назвою mHealth. Це поняття включає використання мобільного зв'язку та пристроїв для надання послуг як пацієнтам, так і лікарям.

Мобільну медицину також відносять до електронної медицини (англ. e-health – е-медицина), що об'єднує цей напрям із використанням електронних інформаційних ресурсів у сфері охорони здоров'я та забезпеченням оперативного доступу медичних працівників і пацієнтів до них [1]. Е-медицина почала набувати розповсюдження у світі з 1999 року [8]. З того часу значення терміну постійно змінюється та розширюється: від практик охорони здоров'я з використанням Інтернету до застосування комп'ютерів у медицині [10, 13].

Мобільні пристрої можуть допомогти людям управляти власним здоров'ям, сприяти здоровому способу життя, а також отримати доступ до корисної інформації, коли й де їм це необхідно. Одним із найбільш поширених мобільних пристроїв вважаються смартфон і планшет [12].

Неочікуваним наслідком виявилось їх застосування в охороні здоров'я. Цифри статистики свідчать, що якщо в 2004 році у США лише кожен четвертий лікар-практик використовував смартфон у професійних цілях, то через шість років цей показник перевищив 50 %. Відповідно до оцінок промисловості більше 500 млн. користувачів смартфонів і планшетів по всьому світу в 2015 році використовували програмне забезпечення охорони здоров'я, а до 2018 року 50% смартфонів і планшетних ПК більш ніж 3,4 млрд. користувачів (відповідно до прогнозних характеристик) будуть завантажені мобільними додатками з проблем охорони здоров'я [33]. Підкреслимо, що до когорти користувачів входять як фахівці в області охорони здоров'я, так і лікарі, провізори та, зазвичай, пацієнти.

Важливо підкреслити, що в розвинених державах всіляко стимулюється розвиток мобільних медичних програм – це покращує медичне обслуговування і забезпечення споживачів і фахівців в області охорони здоров'я цінною інформацією про стан здоров'я [6]. Так, в Сполучених штатах Америки широко відоме агентство FDA ще в 2013 році випустило спеціальне керівництво, в якому підкреслює особливу увагу агентства до мобільних медичних програм, які можуть представляти великий ризик для пацієнтів, якщо вони не використовуються за призначенням або впливають на функціональність чи продуктивність традиційних

медичних пристроїв [18]. Широке поширення і використання мобільних технологій відкриває нові та інноваційні шляхи для поліпшення здоров'я і надання медичної допомоги.

Смартфони використовуються також і для підтримки медичної освіти і клінічної практики в консилиумах [27]. За думкою Bruno S. Oliveira, стрімкий прогрес у сфері мобільних технологій може та повинен бути використаний лікарями для самонавчання, роботи з документацією та ведення обліку, а також підвищення ефективності роботи з пацієнтами [21].

Деякі дослідження відзначили успішне використання мобільних телефонів для підтримки телемедицини та дистанційної охорони здоров'я в країнах, які розвиваються [31], з прикладами, включаючи їх використання поза клінічної медичної діагностики [14] та як інформаційну підтримку у важкодоступних для охоплення сільських районів [26].

Однак, поширення смартфонів, планшетів та інших мобільних гаджетів одночасно обумовило надзвичайно важливе питання: як забезпечити відповідальність виробників медичних програм для цих пристроїв в плані контролю їх безпеки і ефективності. Визнається все більша необхідність посиленого захисту спеціалізованих ресурсів е-медицини від кібератак, що вимагає розробки більш надійної інфраструктури в цій області [4].

На цьому тлі в Україні існують лише поодинокі приклади, більшість же лікарів вважають мобільну медицину просто модною іграшкою для молоді. Розвиток М-медицини у нашій країні стримують і інші негативні чинники, такі як брак фінансування галузі охорони здоров'я, низький рівень інформатизації лікувальних установ, недостатнє володіння IT-культурою серед медичних працівників, надмірна консервативність суспільства, нарешті, загальна байдужість людей до свого здоров'я [2]. Тим не менш, за даними компанії «Київстар», на сьогодні існують уже близько 8 млн. смартфонів у мережах мобільних операторів, і їх кількість постійно зростає [5].

**Мета роботи:** аналіз реальних перспектив мобільної медицини та її розвитку.

**Результати та їх обговорення.** Класифікація мобільних пристроїв уже сьогодні надзвичайно широка. Вона включає щонайменше 15 груп, що були нами розбиті на чотири підгрупи:

1. Кваліфікуються як медичні пристрої та потребують спеціальної реєстрації та сертифікації.

2. Не кваліфікуються як медичні пристрої та не потребують спеціальної реєстрації та сертифікації.

3. Підлягають контролю за використанням.

4. Використовуються як аксесуар для регульованого медичного пристрою або перетворюють мобільну платформу в регульованому медичному пристрої.

Гаджети, що використовуються як аксесуар для регульованого медичного пристрою або перетворюють мобільну платформу в регульованому медичному пристрої [23], мабуть, найбільш багаточисельні. Їх, у свою чергу, розділяють на декілька груп:

- пристрої, що забезпечують електронний доступ до довідкових матеріалів (наприклад, до медичних словників);
- пристрої, що використовуються для навчання практикуючих лікарів (наприклад, медичні флеш-карти);
- пристрої, що призначені для інформаційної допомоги пацієнту (наприклад, містять рекомендації щодо вибору ліків-генериків – таблиця порівнянь);
- пристрої, що призначені для автоматизації загальних офісних операцій в клініках (наприклад, визначення кодів рахунків);
- пристрої, що є універсальними інструментами, не призначеними саме для медичних цілей (наприклад, додаток, який діє як збільшувальне скло);
- мобільні медичні програми.

Пристрої, що об'єднані в другу групу, також суттєво відрізняються один від одного. Можна виділити такі гаджети:

- управління пристроєм або дисплеєм для зберігання, аналізу та передачі даних медичного обстеження конкретного пацієнта (наприклад, віддалений моніторинг даних пацієнта від приліжкового монітору) [15];
- перетворювачі інформації (наприклад, приєднання датчику аналізу рівня глюкози в крові пацієнта на мобільну платформу, що здійснює обробку даних) [26];
- обчислювачі інформації конкретного пацієнта з подальшим аналізом для діагностики або лікування (наприклад, додаток, що обчислює дози випромінювання на основі власних даних пацієнта).

Стосовно приладів третьої (а також частки першої) групи, їх можна об'єднати в такі підгрупи:

- надають інформаційну підтримку, тренуючи або спонукаючи пацієнтів керувати своїм здоров'ям

(наприклад, сприяння правильному диханню, харчуванню);

- організують або відслідковують власну медичну інформацію щодо здоров'я пацієнта (наприклад, відстежуючи вимірювання артеріального тиску);
- забезпечують доступ до інформації про стан здоров'я або лікування пацієнта (наприклад, інформаційний інструмент використання окремих лікарських засобів (вживання анальгетиків));
- комунікатори для спілкування зі своїми лікарями про можливі зміни медичних умов (забезпечення відеозв'язку між пацієнтом і лікарем);
- виконання простих медичних розрахунків (наприклад, обчислення гармонізованих характеристик (індексів) зріст / маса тіла тощо);
- забезпечують взаємодію з пацієнтом щодо електронних медичних записів, котрі покликані полегшити управління медико-санітарною інформацією пацієнта (персональна історія хвороби).

Можливі ризики для здоров'я пацієнтів можуть представити вироби, що формально не включаються у перелік медичних приборів, але призначені для використання або як аксесуар для регульованого медичного пристрою або перетворення мобільної платформи у регульований медичний апарат [11, 18]. Підкреслимо, що досить складно забезпечити регулювання пристроїв, які виробляють або змінюють мобільний медичний додаток виключно для своєї професійної практики. Ще більші проблеми можуть виявитися при застосуванні мобільних медичних додатків у наукових дослідженнях, навчанні або аналітичних цілях.

Проте, узагальнимо напрями застосування мобільної медицини на даний час.

Клінічна дерматологія являє ідеальну модель для демонстрації ефективності використання М-медицини. Вона надає діагностичні можливості, моніторинг потенційно злоякісних і хронічних уражень шкіри на підґрунті об'єктивних даних.

Тематичні дослідження показали високу чутливість і специфічність мобільного телефону «teledermoscopy» для оцінювання та моніторингу потенційно злоякісних уражень шкіри [17, 19]. Ефективними виявилися технології використання смартфонів для моніторингу стану ран, зокрема у пластичній хірургії [30], для оцінювання опіків і післяопераційних рубців [25]. У більшості випадків дослідження свідчили, що з мінімальним додатковим навчанням, медичні працівники неспеціалісти

(лікарі в навчальних закладах, медичні сестри, суміжні медичні працівники) можуть забезпечити виконання простих завдань з отримання та аналізу зображень [7, 16]. Це визначає значні вигоди в сільських і віддалених районах, де є дистрибутивні проблеми та брак спеціалізованих кадрів.

Другим класичним медичним напрямом застосування М-медицини вважається офтальмологія. Запис відео (чи фотографування) є важливим компонентом для документування хірургічних і клінічних деталей [22]. Крім того, відео мають важливу роль в передаванні навиків, демонстрації нових процедур. Застосування мобільних пристроїв збільшило також потенціал для сприяння своєчасної діагностики та прискорення управління лікуванням захворювань ока в загрозованих умовах. Так, у світовому масштабі рефракція залишається основною причиною всіх порушень зору. Для вирішення цієї проблеми, в рамках виконання програми NETRA (Near Eye Tool for Refractive Assessment) був розроблений оптичний пристрій, пристосований для використання із смартфоном, щоб дозволити виконувати суб'єктивне автоматичне дослідження [32].

Смартфони були також досліджені як доповнення до диспансеризації хворих з офтальмологічною патологією. Продемонстровані комерційно доступні адаптери щільної лампи, для забезпечення адекватної якості зображення в передній камері ока [20]. З огляду на те, що в камерах смартфонів щорічно підвищується якість зображення [28], можна припустити, що в найближчому майбутньому вони зможуть забезпечити високоякісне зображення очного дна для своєчасного направлення пацієнтів у високоспеціалізовану лікарню.

Хоча на згадані спеціальності припадає найбільша частина сьогоднішніх доказів ефективності М-медицини, завдяки своїй універсальності сфера застосування смартфонів розширилася майже в усіх галузях охорони здоров'я [9]. В кардіології ряд додатків було розроблено для контролю клінічно важливих параметрів, зокрема варіабельності серцевого ритму й аритмій [29]; у нейрохірургії запропоновано пристрої, що дозволяють лікарям точно позиціонувати шлуночкові катетери при виконанні комп'ютерної томографії [27].

Незважаючи на зростаючий обсяг літератури з М-медицини, недавні мета-аналізи показали, що на даний час є лише відносно невелика частка застосувань мобільних пристроїв, які забезпечують високу методологічну якість [31]. В інших випадках

відсутні об'єктивні клінічні результати, серед досліджень з аналогічними втручаннями виявляється гетерогенна неоднорідність. Крім того, більшість досліджень були проведені в країнах з високим рівнем доходу. Це обмежує ступінь, в якому результати можуть бути контекстуалізованими в умовах обмежених ресурсів, де позиціонується мобільна медицина, щоб забезпечити найбільший вплив.

Якщо проаналізувати урозуміння М-медицини в Україні, то переважно мається на увазі проект, спрямований на розвиток телемедицини шляхом інтеграції передового медичного досвіду та сучасних телекомунікаційних технологій. Основною метою вважається забезпечення доступною високоспеціалізованою медичною допомогою мешканців обласних центрів, а також пацієнтів, які приїжджають на консультацію до обласної лікарні з віддалених населених пунктів.

Загальноприйнятого визначеного поняття «телемедицина» не існує [24]. З точки зору Американської асоціації телемедицини «предмет телемедицини полягає в передаванні медичної інформації між віддаленими один від одного пунктами, де знаходяться пацієнти, лікарі, інші провайдери медичної допомоги, між окремими медичними закладами». По суті, телемедицина – це надання медичної допомоги хворим за рахунок поєднання комп'ютерів, Інтернету та інших комунікаційних технологій з медичним досвідом [3].

Підкреслимо, що нормативно-правового регулювання для мобільної медицини поки не має. Ця нормативна невизначеність перешкоджає розвитку інноваційних мобільних пристроїв та медичних програм і сповільнює їх прийняття у практику охорони здоров'я. Лікарі досі побоюються використовувати мобільні пристрої через те, що ці медичні програми є ненадійними і не були перевірені.

#### **Висновки.**

1. Мобільні пристрої потребують пильної уваги, перш за все внаслідок високої їх ефективності в умовах обмежених ресурсів.

2. Для забезпечення ефективного впровадження технологій М-медицини потрібна прискорене розроблення нормативно-правового забезпечення застосування мобільних пристроїв.

**Література.**

1. Е-медицина [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Е-медицина>.
2. Качмар В. О. Напрямки розвитку інформаційних технологій у медицині / В. О. Качмар, В. І. Авраменко // Медицина транспорту України. – 2011. – № 3. – С. 96–103.
3. Панченко О. А. Медицина и интернет / О. А. Панченко, Ю. Е. Лях, В. Г. Антонов. – [1-е изд., испр.]. – Донецк : СПД Дмитренко, 2008. – 524 с.
4. Проблеми чинної вітчизняної нормативно-правової бази у сфері боротьби із кіберзлочинністю: основні напрями реформування. Аналітична записка [Електронний ресурс] / офіційний сайт Національного інституту стратегічних досліджень. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/454>.
5. Чібісова М. Хмарні технології – майбутнє медицини? / М. Чібісова // Ваше здоров'я. – 2013. – № 51–52. – С. 21.
6. Ahmed B. There will be more than 13,000 medical apps in 2012 in Apple Appstore [Electronic resource] / B. Ahmed // Medicalopedia medical news blog. – 23 Aug, 2011. – Retrieved from : <http://medicalopedia.org/1509/13000-medical-apps-2012-apple-appstore>.
7. An observational study to assess an electronic point-of-care wound documentation and reporting system regarding user satisfaction and potential for improved care / B. Florczak, A. Scheurich, J. Croghan [et al.] // *Ostomy Wound Manage.* – 2012. – Vol. 58, No. 3. – P. 46–51.
8. Della Mea V. What is e-Health (2): the death of telemedicine? / V. Della Mea // *J. Med. Internet Res.* – 2001. – Vol. 3, No. 2. – P. e22.
9. Design and implementation of a smartphone-based portable ultrasound pulsed-wave doppler device for blood flow measurement / C. C. Huang, P. Y. Lee, P. Y. Chen, T. Y. Liu // *IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control.* – 2012. – Vol. 59, No. 1. – P. 182–189.
10. Eysenbach G. The role of e-health and consumer health informatics for evidence-based patient choice in the 21st century / G. Eysenbach // *Clin. Dermatol.* – 2001. – Vol. 19, No. 1. – P. 11–17.
11. Garvin W. The legal perspective of mHealth in the United States / W. Garvin // *Journal MTM.* – 2012. – Vol. 1, No. 4. – P. 42–45.
12. How smartphones are changing the face of mobile and participatory healthcare: an overview / M. N. K. Boulos, S. Wheeler, C. Tavares, R. Jones // *Biomed. Eng. Online.* – 2011. – No. 10. – P. 24.
13. Implementing e-Health in developing countries: guidance and principles [Electronic resource] / International Telecommunication Union official site. – September 2008. – 53 p. – Retrieved from : [https://www.itu.int/ITU-D/cyb/app/docs/e-Health\\_prefinal\\_15092008.PDF](https://www.itu.int/ITU-D/cyb/app/docs/e-Health_prefinal_15092008.PDF).
14. Integrated rapid-diagnostics reader platform on a cellphone / O. Mudanyali, S. Dimitrov, U. Sikora [et al.] // *Lab. Chip.* – 2012. – Vol. 12, No. 15. – P. 2678–2686.
15. Integration of cell phone imaging with microchip ELISA to detect ovarian cancer HE4 biomarker in urine at the point-of-care / S. Wang, X. Zhao, I. Khimji [et al.] // *Lab. Chip.* – 2011. – Vol. 11, No. 20. – P. 3411–3418.
16. Lensfree microscopy on a cellphone / D. Tseng, O. Mudanyali, C. Oztoprak [et al.] // *Lab. Chip.* – 2010. – Vol. 10, No. 14. – P. 1787–1792.
17. Melanoma screening with cellular phones / C. Massone, R. Hofmann-Wellenhof, V. Ahlgrimm-Siess [et al.] // *PLoS ONE.* – 2007. – Vol. 2, No. 5. – P. 483.
18. Mobile medical applications: Guidance for Food and Drug Administration staff [Electronic resource] / U.S. Food and Drug Administration official site. – 44 p. – Retrieved from : <http://www.fda.gov/downloads/Medical Devices/.../UCM263366.pdf>.
19. Mobile teledermatology for skin tumour screening: diagnostic accuracy of clinical and dermoscopic image teleevaluation using cellular phones / S. Kroemer, J. Fruhauf, T. M. Campbell [et al.] // *Br. J. Dermatol.* – 2011. – Vol. 164, No. 5. – P. 973–979.
20. Novel uses of smartphones in ophthalmology / R. K. Lord, V. A. Shah, A. N. San Filippo, R. Krishna // *Ophthalmology.* – 2010. – Vol. 117, No. 6. – P. 1274.
21. Oliveira B. S. 15 More smartphone apps to improve your practice [Electronic resource] / B. S. Oliveira // *Medscape website.* – 2012. – Retrieved from : [www.medscape.com/features/slideshow/apps2](http://www.medscape.com/features/slideshow/apps2)
22. Optofluidic fluorescent imaging cytometry on a cell phone / H. Zhu, S. Mavandadi, A. F. Coskun [et al.] // *Anal. Chem.* – 2011. – Vol. 83, No. 17. – P. 6641–6647.
23. Perera C. The evolution of e-Health – mobile technology and mHealth / C. Perera // *Journal MTM.* – 2012. – Vol. 1, No. 1. – P. 1–3.
24. Rapid wireless transmission of head CT images to a personal digital assistant for remote consultation / V. Yaghami, S. A. Salehi, S. Kuppaswami, J. W. Berlin // *Acad. Radiol.* – 2004. – Vol. 11, No. 11. – P. 1291–1293.
25. Remote real-time monitoring of free flaps via smartphone photography and 3g wireless internet: a prospective study evidencing diagnostic accuracy / H. Engel, J. J. Huang, C. K. Tsao [et al.] // *Microsurgery.* – 2011. – Vol. 31, No. 8. – P. 589–595.
26. Šindelář O. Image deblurring in smartphone devices using built-in inertial measurement sensors / O. Šindelář, F. Šroubek // *J. Electron. Imaging.* – 2013. – Vol. 22, N. 1. – P. 1–22.
27. Smartphone-assisted guide for the placement of ventricular catheters / U. W. Thomale, T. Knitter, A. Schaumann [et al.] // *Childs Nerv. Syst.* – 2013. – Vol. 29, No. 1. – P. 131–139.
28. Smartphone use and acceptability among clinical medical students: a questionnaire-based study / T. Robinson, T. Cronin, H. Ibrahim [et al.] // *J. Med. Syst.* – 2013. – Vol. 37, N. 3. – P. 9936.
29. Tahat A. A. Mobile personal electrocardiogram monitoring system and transmission using MMS / A. A. Tahat // *Proceedings of the 7th International Caribbean*

Conference on Devices, Circuits and Systems (ICCDSCS '08), 28–30 April 2008, Cancún, Mexico. – 2008. – P. 1–5.

30. Teleconsultation with the mobile camera-phone in digital soft-tissue injury: a feasibility study / C. H. Hsieh, H. H. Tsai, J. W. Yin [et al.] // *Plast. Reconstr. Surg.* – 2004. – Vol. 114, No. 7. – P. 1776–1782.

31. The effectiveness of mobile-health technologies to improve health care service delivery processes: a systematic review and meta-analysis / C. Free, G. Phillips, L. Watson [et al.] // *PLoS Med.* – 2013. – Vol. 10, No. 1. – P. e1001363.

#### References.

1. E-medsina [E-medicine]. (2016, May 29). Retrieved from <https://uk.wikipedia.org/wiki/E-medsina> [In Russian].

2. Kachmar, V. O., Avramenko, V. I. (2011). *Napryamki rozvitku informatsiinih tekhnologii u meditsini*. [The trends of the informational technologies' development in medicine]. *Meditsina Transportu Ukraini (Medicine of Ukrainian Transport)*, 3, 96-103 [In Ukrainian].

3. Panchenko, O. A., Lyakh, Yu. E., Antonov, V. G. (2008). *Meditsina i internet*. [Medicine and Internet]. (1st ed.). Donetsk: SPD Dmitrenko [In Russian].

4. Problemi chinnoi vitchiznyanoi normativno-pravovoi bazi u sferi borotbi iz kiberzlochinnisty: osnovni napryami reformuvannya [Problems of existing domestic legal and regulatory framework in the fight against cyber crime: the main directions of reform]. Analytic note. (n.d.). Retrieved from the National Institute for Strategic Studies website, <http://www.niss.gov.ua/articles/454> [In Ukrainian].

5. Chibisova, M. (2013). *Khmarni tekhnologii – maibutnie meditsini?* [Cloud technology is the future of medicine?] *Vashe Zdorovya*, 51-52, 21 [In Ukrainian].

6. Ahmed, B. (2011, August 23). There will be more than 13,000 medical apps in 2012 in Apple Appstore. [Medicalopedia medical news blog post]. Retrieved from <http://medicalopedia.org/1509/13000-medical-apps-2012-apple-appstore>.

7. Florczak, B., Scheurich, A., Croghan, J., Sheridan, P. Jr, Kurtz, D., McGill, W., McClain, B. (2012). An observational study to assess an electronic point-of-care wound documentation and reporting system regarding user satisfaction and potential for improved care. *Ostomy Wound Manage*, 58(3), 46-51.

8. Della Mea, V. (2001) What is e-Health (2): the death of telemedicine? *J. Med. Internet Res.*, 3(2), e22. doi: 10.2196/jmir.3.2.e22

9. Huang, C. C., Lee, P. Y., Chen, P. Y., Liu, T. Y. (2012). Design and implementation of a smartphone-based portable ultrasound pulsed-wave doppler device for blood flow measurement. *IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control.*, 59(1), 182-189. doi: 10.1109/TUFFC.2012.2171.

32. Validation of Near Eye Tool for Refractive Assessment (NETRA) – pilot study / A. Bastawrous, C. Leak, F. Howard, V. Kumar // *J. MTM.* – 2012. – Vol. 1, No. 3. – P. 6–16.

33. 500m people will be using healthcare mobile applications in 2015 [Electronic resource] / Research 2 Guidance official site. – Nov 2010 – Retrieved from : <http://research2guidance.com/2010/11/10/500m-people-will-be-using-healthcare-mobile-applications-in-2015-2>.

10. Eysenbach, G. (2001). The role of e-health and consumer health informatics for evidence-based patient choice in the 21st century. *Clin. Dermatol.*, 19(1), 11-17. doi: 10.1016/S0738-081X(00)00202-9

11. Garvin, W. (2012). The legal perspective of mHealth in the United States. *Journal MTM*, 1(4), 42-45. doi:10.7309/jmtm.82

12. Boulos, M. N. K., Wheeler, S., Tavares, C., Jones, R. (2011). How smartphones are changing the face of mobile and participatory healthcare: an overview. *Biomed. Eng. Online*, 10, 24. doi: 10.1186/1475-925X-10-24.

13. Implementing e-Health in developing countries: guidance and principles. (2008, September). Retrieved from International Telecommunication Union website: [https://www.itu.int/ITU-D/cyb/app/docs/e-Health\\_prefinal\\_15092008.PDF](https://www.itu.int/ITU-D/cyb/app/docs/e-Health_prefinal_15092008.PDF).

14. Mudanyali, O., Dimitrov, S., Sikora, U., Padmanabhan, S., Navruz, I., Ozcan, A. (2012). Integrated rapid-diagnostic test reader platform on a cellphone. *Lab. Chip.*, 12(15), 2678-2686. doi: 10.1039/c2lc40235a

15. Wang, S., Zhao, X., Khimji, I., Akbas, R., Qiu, W., Edwards, D., ... Demirci, U. (2011). Integration of cell phone imaging with microchip ELISA to detect ovarian cancer HE4 biomarker in urine at the point-of-care. *Lab. Chip.*, 11(20), 3411-3418. doi: 10.1039/c1lc20479c

16. Tseng, D., Mudanyali, O., Oztoprak, C., Isikman, S. O., Sencan, I., Yaglidere, O., Ozcan, A. (2010). Lensfree microscopy on a cellphone. *Lab. Chip.*, 10(14), 1787-1792. doi: 10.1039/c003477k

17. Massone, C., Hofmann-Wellenhof, R., Ahlgrimm-Siess, V., Gabler, G., Ebner, C., Soyer, H. P. (2007). Melanoma screening with cellular phones. *PLoS ONE*, 2(5), 483. doi: 10.1371/journal.pone.0000483

18. Mobile medical applications: Guidance for Food and Drug Administration staff. (2013, September 25). Retrieved from U.S. Food and Drug Administration website: <http://www.fda.gov/downloads/Medical Devices/.../UCM263366.pdf>.

19. Kroemer, S., Fruhauf, J., Campbell, T. M., Massone, C., Schwantzer, G., Soyer, H. P., Hofmann-Wellenhof, R. (2011). Mobile teledermatology for skin tumour screening:

- diagnostic accuracy of clinical and dermoscopic image teleevaluation using cellular phones. *Br. J. Dermatol.*, 164(5), 973-979. doi: 10.1111/j.1365-2133.2011.10208.x.
20. Lord, R. K., Shah, V. A., San Filippo, A. N., Krishna, R. (2010). Novel uses of smartphones in ophthalmology. *Ophthalmology*, 117(6), 1274. doi: 10.1016/j.optha.2010.01.001.
21. Oliveira, B. S. (2012). 15 More smartphone apps to improve your practice. Retrieved from Medscape website: [www.medscape.com/features/slideshow/apps2](http://www.medscape.com/features/slideshow/apps2).
22. Zhu, H., Mavandadi, S., Coskun, A. F., Yaglidere, O., Ozcan, A. (2011). Optofluidic fluorescent imaging cytometry on a cell phone. *Anal. Chem.*, 83(17), 6641-6647. doi: 10.1021/ac201587a.
23. Perera, C. (2012). The evolution of e-Health – mobile technology and mHealth, *Journal MTM*, 1(1), 1-3. doi:10.7309/jmtm.1
24. Yaghmai, V., Salehi, S. A., Kuppaswami, S., Berlin, J. W. (2004). Rapid wireless transmission of head CT images to a personal digital assistant for remote consultation. *Acad. Radiol.*, 11(11), 1291-1293. doi: 10.1016/j.acra.2004.07.020
25. Engel, H., Huang, J. J., Tsao, C. K., Lin, C. Y., Chou, P. Y., Brey, E. M., ... Cheng, M. H. (2011). Remote real-time monitoring of free flaps via smartphone photography and 3g wireless internet: a prospective study evidencing diagnostic accuracy. *Microsurgery*, 31(8), 589-595. doi: 10.1002/micr.20921
26. Šindelář, O., Šroubek, F. (2013). Image deblurring in smartphone devices using built-in inertial measurement sensors. *J. Electron. Imaging*, 22(1). 1-22. doi:10.1117/1.JEI.22.1.011003
27. Thomale, U. W., Knitter, T., Schaumann, A., Ahmadi, S. A., Ziegler, P., Schulz, M., Miethke, C. (2013). Smartphone-assisted guide for the placement of ventricular catheters. *Childs Nerv. Syst.*, 29(1), 131-139. doi: 10.1007/s00381-012-1943-1
28. Robinson, T., Cronin, T., Ibrahim, H., Jinks, M., Molitor, T., Newman, J., Shapiro, J. (2013). Smartphone use and acceptability among clinical medical students: a questionnaire-based study. *J. Med. Syst.*, 37(3), 9936. doi: 10.1007/s10916-013-9936-5
29. Tahat, A. A. (2008, April 28-30). Mobile personal electrocardiogram monitoring system and transmission using MMS. Proceedings of the 7th International Caribbean Conference on Devices, Circuits and Systems (ICCDACS '08), Cancún, Mexico, 1-5. doi: 10.1109/ICCDACS.2008.4542630
30. Hsieh, C. H., Tsai, H. H., Yin, J. W., Chen, C. Y., Yang, J. C., Jeng, S. F. (2004). Teleconsultation with the mobile camera-phone in digital soft-tissue injury: a feasibility study. *Plast. Reconstr. Surg.*, 114(7), 1776-1782.
31. Free, C., Phillips, G., Watson, L., Galli, L., Felix, L., Edwards, P., ... Haines, A. (2013). The effectiveness of mobile-health technologies to improve health care service delivery processes: a systematic review and meta-analysis. *PLoS Med.*, 10(1), e1001363. doi: 10.1371/journal.pmed.1001363
32. Bastawrous A., Leak, C., Howard, F., Kumar, V. (2012). Validation of Near Eye Tool for Refractive Assessment (NETRA) – pilot study. *J. MTM*, 1(3), 6-16. doi:10.7309/jmtm.17
33. 500m people will be using healthcare mobile applications in 2015. (2010, November). Retrieved from Research 2 Guidance website: <http://research2guidance.com/2010/11/10/500m-people-will-be-using-healthcare-mobile-applications-in-2015-2>.

## ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ АРТЕРІАЛЬНОЇ ГІПЕРТЕНЗІЇ НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕТОДИК ІЗ РОЗРОБКОЮ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНИХ КРИТЕРІЇВ ПРИ НАДАННІ ПЕРВИННОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ

В. П. Марценюк, П. Р. Сельський<sup>1</sup>, Б. П. Сельський<sup>1</sup>

*Університет Бельсько-Бялої, Республіка Польща*

*<sup>1</sup>ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет  
імені І. Я. Горбачевського МОЗ України»*

У роботі запропоновано оптимізацію прогнозування розвитку захворювань на первинному рівні надання медико-санітарної допомоги з комплексним поетапним застосуванням інформаційних методик. Проведено аналіз середніх значень показників, коефіцієнтів кореляції, результатів багатопараметричної нейромережної кластеризації, ROC-аналізу і дерева рішень.

Як дані для аналізу використані результати обстеження 63 пацієнтів з артеріальною гіпертензією в навчально-практичних центрах первинної медико-санітарної допомоги. Встановлено, що нейромережна кластеризація дозволяє ефективно і об'єктивно розподілити пацієнтів у відповідні категорії за рівнем середніх показників результатів обстеження. Визначення чутливості і специфічності показників гемодинаміки, зокрема артеріального тиску, при первинному і повторному обстеженні проведено за допомогою ROC-аналізу.

Розроблено діагностичні критерії для оптимізації прогнозування розвитку захворювань на первинному рівні з метою корекції обстеження і лікування на основі аналізу показників обстеження хворих з комплексним поетапним застосуванням інформаційних методик.

**Ключові слова:** первинний рівень медико-санітарної допомоги, артеріальна гіпертензія, інформаційні методики, алгоритм прийняття рішень, нейромережна кластеризація, ROC-аналіз, дерево рішень.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ МЕТОДИК С РАЗРАБОТКОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ПРИ ОКАЗАНИИ ПЕРВИЧНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

В. П. Марценюк, П. Р. Сельський<sup>1</sup>, Б. П. Сельський<sup>1</sup>

*Університет Бельсько-Бялої, Республіка Польща*

*<sup>1</sup>ГВУЗ «Тернопольский государственный медицинский университет  
имени И. Я. Горбачевского МОЗ Украины»*

В работе предложена оптимизация прогнозирования развития заболеваний на первичном уровне предоставления медико-санитарной помощи с комплексным поэтапным применением информационных методик. Подход основан на анализе средних значений показателей, коэффициентов корреляции, использовании многопараметрической нейросетевой кластеризации и ROC-анализа.

В качестве данных для анализа использованы результаты обследования 63 пациентов с артериальной гипертензией в учебно-практических центрах первичной медико-санитарной помощи. Установлено, что нейросетевая кластеризация позволяет эффективно и объективно распределить пациентов в соответствующие категории по уровню средних показателей результатов обследования. Определение чувствительности и специфичности показателей гемодинамики, в частности артериального давления, при первичном и повторном обследовании проведено с помощью ROC-анализа.

Разработаны диагностические критерии для оптимизации прогнозирования развития заболеваний на первичном уровне с целью коррекции обследования и лечения на основе анализа показателей обследования больных с комплексным поэтапным применением информационных методик.

**Ключевые слова:** первичный уровень медико-санитарной помощи, артериальная гипертензия, информационные методики, алгоритм принятия решений, нейросетевая кластеризация, ROC-анализ, дерево решений.

# THE OPTIMIZATION OF HYPERTENSION DEVELOPMENT FORECASTING ON THE BASIS OF COMPREHENSIVE APPLICATION OF INFORMATION TECHNIQUES TO THE DEVELOPMENT OF DIFFERENTIAL DIAGNOSTIC CRITERIA FOR PRIMARY CARE

V. P. Martsenyuk, P. R. Selsky<sup>1</sup>, B. P. Selsky<sup>1</sup>

*University of Bielsko-Biala, the Republic of Poland*

*<sup>1</sup>I. Ya. Horbachevsky Ternopil Medical State University of Ministry of Health of Ukraine*

The paper describes the optimization of the prediction of disease at the primary health care level with a complex phased application of information techniques. The approach is based on analysis of the average values of indicators, correlation coefficients, using multi-parameter neural network clustering, ROC-analysis and decision tree.

The data of 63 patients with arterial hypertension obtained at teaching and practical centers of primary health care were used for the analysis. It has been established that neural network clusterization can effectively and objectively allocate patients into the appropriate categories according to the level of average indices of patient examination results. Determination of the sensitivity and specificity of hemodynamic parameters, including blood pressure, and repeated during the initial survey was conducted using ROC-analysis.

The diagnostic criteria of decision-making were developed to optimize the prediction of disease at the primary level in order to adjust examination procedures and treatment based on the analysis of indicators of patient examination with a complex gradual application of information procedures.

**Key words:** the primary health care level, hypertension, information methods decision algorithm, neural network clustering, ROC-analysis, decision tree.

**Вступ.** Застосування інформаційних технологій та інформаційних систем у медицині набуває все більшого значення [3, 4]. Ціла низка досліджень спрямована на вирішення проблем впровадження інноваційних медичних інформаційних технологій [1, 8]. Однак невирішеною залишається проблема інформатизації у сільській медицині. При цьому для підвищення ефективності первинної медичної допомоги важливим є оптимізація прогнозування перебігу захворювань з використанням недорогих і доступних інформаційних методик.

**Мета роботи:** проаналізувати результати обстеження пацієнтів з артеріальною гіпертензією на основі кореляційних показників, багатопараметричної нейромережної кластеризації та ROC-аналізу і розробити діагностичні критерії для оптимізації прогнозування перебігу захворювань при наданні первинної медико-санітарної допомоги.

**Матеріали та методи дослідження.** Проведено комплексний аналіз результатів обстеження 63 хворих з артеріальною гіпертензією у навчально-практичних центрах первинної медико-санітарної допомоги (НПЦ ПМСП) сіл Гнилиці і Зарубинці Тернопільській області [2]. Групу контролю становили 19 жителів даних населених пунктів, у яких не зафіксовано жодної патології. Статистична обробка матеріалу була проведена з використанням пакету програм Microsoft Excel (Microsoft Office 2003). Статистична значимість відмінностей між середніми арифметичними і відносними величина-

ми оцінювалася за критерієм Стюдента – Фішера (t). При порівнянні однотипних груп проводився кореляційний аналіз з урахуванням коефіцієнта кореляції (r) за допомогою методу квадратів Пірсона.

Для більш глибокого аналізу показників обстеження з метою прогнозування перебігу захворювання використаний нейромережний підхід із застосуванням надбудови NeuroXL Classifier для програми Microsoft Excel. Програма NeuroXL Classifier (розробка компанії AnalyzerXL) реалізує самоорганізаційні нейромережі, що виконують категоріювання шляхом вивчення трендів і взаємозв'язків усередині даних. Не зважаючи на високу ефективність, нейромережі часто не використовуються в силу своєї складності і тривалого навчання, необхідного для їх правильної реалізації. NeuroXL Classifier усуває такі бар'єри, приховуючи складність методів на основі нейромереж і використовуючи переваги робочих книг Microsoft Excel [5, 6].

Для оптимізації прогнозування захворювань на первинному рівні використано також аналіз класифікацій із застосуванням ROC-кривих. ROC-крива (англ. receiver operating characteristic – операційна характеристика приймача) – графік, що дозволяє оцінити якість бінарної класифікації, який відображає співвідношення між часткою вірних позитивних класифікацій від загального числа позитивних класифікацій (англ. true positive rate – TPR) і часткою помилкових позитивних класифікацій від

загального числа негативних класифікацій (англ. false positive rate – FPR) при варіюванні порогу вирішального правила. При цьому TPR називають чутливістю (sensitivity) алгоритму класифікації, а FPR визначають як 1-специфічність (1-specificity). Відповідно, специфічність (specificity) алгоритму класифікації називають частку вірних негативних класифікацій (англ. true negative rate – TNR) від загального числа негативних класифікацій. Інтерпретацію ROC-аналізу дає показник AUC (англ. area under ROC curve – площа під ROC-кривою) – площа, обмежена ROC-кривою та віссю частки помилкових позитивних класифікацій. По суті, цей показник є мірою якості класифікатора [7].

Результати та їх обговорення. Всього було обстежено 63 хворих, серед яких 15 чоловіків і 48 жінок. Пересічний вік хворих становив  $(64,30 \pm 1,81)$  років. Пересічне значення положення електричної осі серця склало  $(37,83 \pm 1,92)^\circ$ . Пересічний показник пульсу становив  $(78,24 \pm 1,15)$  ударів за хвилину. При першому зверненні пацієнтів показники артеріального тиску були наступними: систолічний –  $(154,76 \pm 2,29)$  мм рт. ст., діастолічний –  $(92,94 \pm 1,04)$  мм рт. ст., пульсовий тиск –  $(61,83 \pm 1,95)$  мм рт. ст. Середній показник пульсу –  $(78,59 \pm 1,07)$  ударів за хвилину і пульсовий тиск –  $(57,06 \pm 1,57)$  мм рт. ст. при повторному обстеженні статистично не різнилися ( $p > 0,05$ ). Показники верхнього і нижнього артеріального тиску були значно нижчі в порівнянні з аналогічними показниками до лікування: систолічний –  $(145,86 \pm 2,01)$  мм рт. ст. ( $p < 0,01$ ), діастолічний –  $(88,49 \pm 1,08)$  мм рт. ст. ( $p < 0,001$ ). У 13 (19,40 %) хворих спостігалось погіршення стану і розвиток ускладнень. При першому і повторному обстеженні виявлено прямий кореляційний зв'язок між показниками пульсу (+0,5), верхнього (+0,1), нижнього (+0,4) і пульсового (+0,1) тиску.

При обстеженні групи 50 пацієнтів із стабільним перебігом захворювання (табл. 1) встановлено, що серед них переважали жінки –  $(72,00 \pm 6,35)$  %. Пересічний вік хворих дорівнював  $(63,76 \pm 1,80)$  років. Пересічне значення положення електричної осі серця було нормальним і становило  $(37,72 \pm 2,00)^\circ$ . Пересічний показник пульсу дорівнював  $(77,28 \pm 1,17)$  ударів за хвилину. Показники артеріального тиску при першому зверненні пацієнтів були наступними: систолічний –  $(155,80 \pm 2,29)$  мм рт. ст., діастолічний –  $(93,10 \pm 1,01)$  мм рт. ст., пульсовий тиск –  $(62,70 \pm 1,95)$  мм рт. ст. При повторному обстеженні пересічний показник пульсу

–  $(78,62 \pm 1,07)$  ударів за хвилину статистично не різнився від аналогічного показника, отриманого при першому обстеженні ( $p > 0,05$ ). Показники артеріального тиску були значно нижчими, порівняно з аналогічними показниками до лікування: систолічний –  $(145,28 \pm 1,84)$  мм рт. ст. ( $p < 0,01$ ), діастолічний –  $(88,30 \pm 1,04)$  мм рт. ст. ( $p < 0,01$ ) та пульсовий тиск –  $(56,60 \pm 1,36)$  мм рт. ст. ( $p < 0,05$ ).

Проводили також порівняльний аналіз групи пацієнтів із погіршенням стану, яке визначали на основі таких проявів, як встановлені при обстеженні і зафіксовані в діагнозі тяжча стадія чи ступінь розвитку захворювання, або поява ускладнень. Встановлено, що у цій групі також переважали жінки –  $(92,31 \pm 7,69)$  %, проте ця частка була достовірно вищою, порівняно з групою із стабільним перебігом захворювання ( $p < 0,05$ ). Пересічний вік хворих суттєво не різнився і дорівнював  $(66,38 \pm 3,74)$  років. Пересічне значення положення електричної осі серця було нормальним –  $(38,23 \pm 2,67)^\circ$  і також суттєво не різнилося. Пересічний показник пульсу був значно вищий ( $p < 0,05$ ), порівняно з групою із стабільним перебігом, і дорівнював  $(81,92 \pm 1,64)$  ударів за хвилину. Інші показники гемодинаміки не різнилися, порівняно з аналогічними показниками при стабільному перебігу хвороби ( $p > 0,05$ ). Показники артеріального тиску при першому зверненні пацієнтів були наступними: систолічний –  $(150,77 \pm 4,28)$  мм рт. ст., діастолічний –  $(92,31 \pm 2,40)$  мм рт. ст., пульсовий тиск –  $(58,46 \pm 3,74)$  мм рт. ст. При повторному обстеженні пересічний показник пульсу –  $(78,46 \pm 2,20)$  ударів за хвилину статистично не різнився ( $p > 0,05$ ). Не різнилися, порівняно з аналогічними показниками до лікування, і показники артеріального тиску: систолічний –  $(148,08 \pm 5,51)$  мм рт. ст., діастолічний –  $(89,23 \pm 2,49)$  мм рт. ст. та пульсовий тиск –  $(58,85 \pm 4,86)$  мм рт. ст. ( $p > 0,05$ ).

Кореляційний аналіз виявив прямий кореляційний зв'язок між показниками гемодинаміки при першому та повторному обстеженнях пацієнтів у групах із стабільним перебігом (пульс + 0,5, артеріальний тиск: діастолічний + 0,3, пульсовий + 0,1) та з погіршенням стану (пульс + 0,6, артеріальний тиск: систолічний + 0,5, діастолічний + 0,7, пульсовий + 0,3).

Порівняльний аналіз результатів обстеження пацієнтів з артеріальною гіпертензією в НПЦ ПМСП на основі середніх значень і кореляційних показників виявив статистично достовірну відмінність частоти пульсу в групах зі стабільним перебігом

Таблиця 1

## Показники обстеження пацієнтів з гіпертензією в групах із стабільним перебігом та з погіршенням стану у НПЦ ПМСД с. Гнилиці та с. Зарубинці, (М ± m)

Група пацієнтів	Кількість обстежених, n	Вік, років	Положення електричної осі, °	Показник гемодинаміки							
				перше звернення				повторне обстеження в процесі лікування			
				пульс, ударів/хв	АТ, мм рт. ст.			пульс, ударів/хв	АТ, мм рт. ст.		
					систолічний	діастолічний	пульсовий		систолічний	діастолічний	пульсовий
Стабільний перебіг	50	63,8 ±1,8	37,7 ±2,0	77,3 ±1,2	155,8 ±2,3	93,1 ±1,0	62,7 ±2,0	78,6 ±1,1	145,3 ±1,8**	88,3 ±1,0**	56,6 ±1,4*
Погіршення стану, розвиток ускладнень	13	66,4 ±3,7	38,2 ±2,7	81,9 ±1,6 ****	150,8 ±4,3	92,3 ±2,4	58,5 ±3,7	78,5 ±2,2	148,1 ±5,5	89,2 ±2,5	58,9 ±4,9
Загальна група	63	64,3 ±1,8	37,8 ±1,9	78,2 ±1,2	154,8 ±2,3	92,9 ±1,0	61,8 ±2,0	78,6 ±1,1	145,9 ±2,0**	88,5 ±1,1***	57,1 ±1,6

Примітки: 1. \* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$ , \*\*\* –  $p < 0,001$  порівняно з першим зверненням; 2. \*\*\*\* –  $p < 0,05$  порівняно з групою із стабільним перебігом

хвороби та погіршенням стану. Встановлено, що рівень тахікардії є істотним вихідним показником, який вказує на велику ймовірність погіршення стану і, зокрема, розвиток ускладнень. При цьому виявлений прямий кореляційний зв'язок між переважною більшістю показників гемодинаміки при першому і повторному обстеженні пацієнтів у всіх групах з артеріальною гіпертензією свідчить про значення зміни частоти пульсу і артеріального тиску як об'єктивних маркерів перебігу захворювання, а, отже, і ефективності лікування. Водночас з'ясовано, що аналіз на підставі середніх значень

і обчислення коефіцієнтів кореляції середніх значень показників віку, положення електричної осі серця, низки гемодинамічних показників є первинним інструментом, який не дає змогу встановити значення поєднаних зміни тих чи інших параметрів для прогнозування перебігу захворювання у бік погіршення або поліпшення. В той же час, ефективно й об'єктивно розподілити пацієнтів у відповідні категорії дозволяє нейромережна кластеризація.

На рис. 1 а, б наведено деякі результати виконання програми для пацієнтів з артеріальною гіпертензією. Найбільша частка пацієнтів виявилась у 5-му

кластері. Цей кластер сформовано з найбільшої частки пацієнтів із погіршенням стану, порівняно з 1–4-м кластерами. Аналіз кластерних портретів (1 а) виявив, що саме поєднання високих показників артеріального тиску (систоличного (max),

діастолічного (min) і пульсового (d)) дає підставу прогнозувати погіршення стану пацієнтів, тоді як поєднання високих показників віку (Age) і пульсу (Ps) має істотне, проте не першорядне значення для прогнозу.

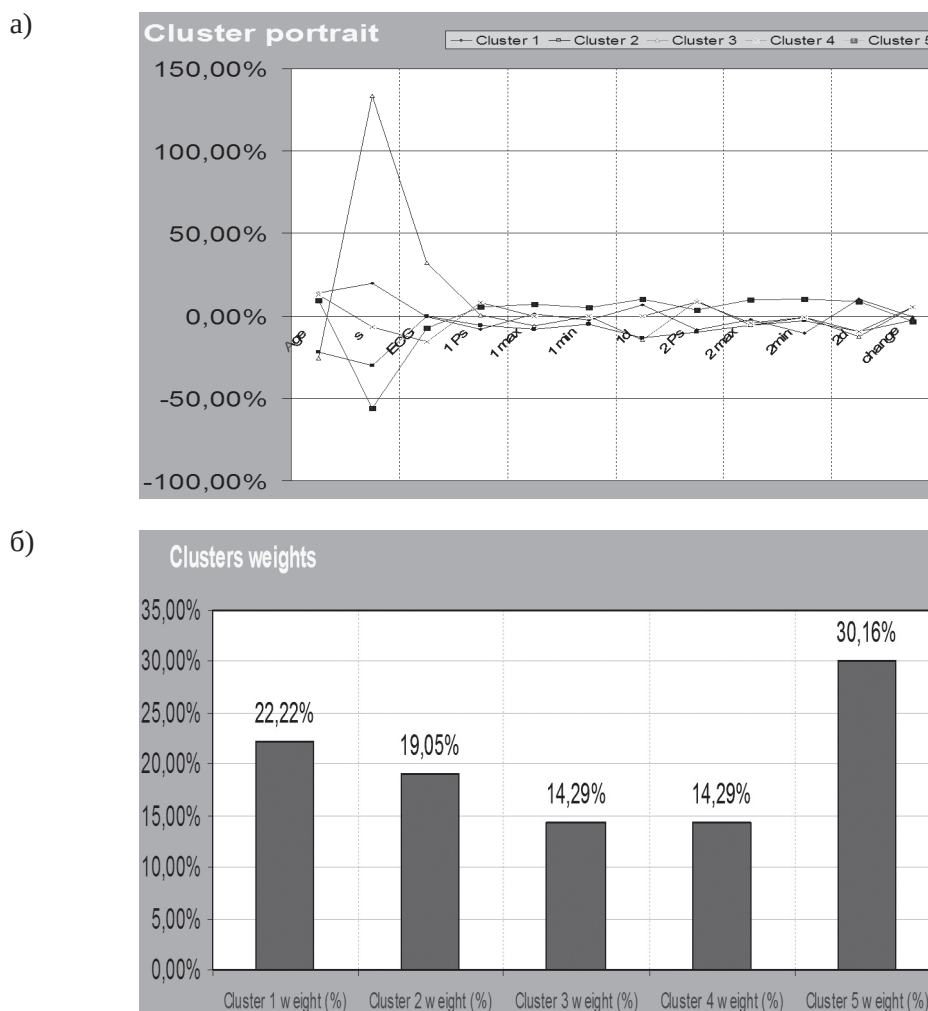


Рис. 1. Результати кластеризації хворих з артеріальною гіпертензією за результатами обстеження у НПЦ ПМСД: а) кластерний портрет – значення параметрів, включно із показниками гемодинаміки при першому та повторно-му обстеженнях, в межах розподілених кластерів; б) частки кластерів – відсотки пацієнтів, які потрапили у певний кластер

Проведено визначення чутливості і специфічності показників гемодинаміки, зокрема артеріального тиску, при первинному і повторному обстеженні. З метою дослідження даних показників як маркерів включення в групи ризику погіршення стану і розвитку ускладнень у хворих з артеріальною гіпертензією проведено ROC-аналіз. Встановлено, що при прогнозуванні перебігу артеріальної гіпертензії на основі поєднаних змін показників артеріального тиску як маркерів включення в групу ризику погіршення стану і розвитку ускладнень до-

цільно використовувати дані обстеження до початку лікування. При цьому ROC-аналіз результатів дослідження показників систолічного і пульсового артеріального тиску показав більшу чутливість при первинному обстеженні хворих в порівнянні з повторним. Аналіз пульсового артеріального тиску виявив також переважання на більшості рівнів показників специфічності при первинному обстеженні. Відповідно, площа, обмежена ROC-кривою і віссю частки помилкових позитивних класифікацій, була більшою при обстеженні до

призначеного лікування, що вказує на високу якість даного класифікатора. В той же час на більшості рівнів систолічного і діастолічного артеріального тиску показники специфічності не різнилися за результатами першого та другого обстежень. Введення методики ROC-аналізу для прогнозування перебігу захворювань при наданні первинної медичної допомоги з метою визначення чутливості і специфічності досліджуваних показників у різні періоди і за різними методиками є перспективним, враховуючи доступність і простоту у використанні.

На підставі комплексного поетапного дослідження гемодинамічних показників при первинному і повторному обстеженнях (в процесі лікування) на основі середніх значень, обчислення коефіцієнтів кореляції та використання нейромережних алгоритмів і ROC-аналізу виділено клінічні диференціально-діагностичні критерії включення до групи ризику погіршення стану та розвитку ускладнень хворих з артеріальною гіпертензією (табл. 2).

Клінічні диференціально-діагностичні критерії груп із стабільним перебігом та ризиком погіршення стану і розвитку ускладнень на основі комплексного аналізу гемодинамічних показників пацієнтів з артеріальною гіпертензією за допомогою інформаційних методик

Ці критерії можуть допомогти практикуючим лікарям в оптимізації прогнозування погіршення стану та розвитку ускладнень у хворих з артеріальною гіпертензією з метою корекції діагностики та лікування.

Висновки. В роботі запропонована методика аналізу результатів обстеження пацієнтів з артеріальною гіпертензією у навчально-практичних центрах первинної медико-санітарної допомоги на основі середніх значень, кореляційних показників, алгоритмів нейромережної кластеризації і ROC-аналізу.

З метою ефективного та об'єктивного розподілу пацієнтів у відповідні категорії за рівнем показників результатів обстеження застосована

Таблиця 2

**Клінічні диференціально-діагностичні критерії груп із стабільним перебігом та ризиком погіршення стану і розвитку ускладнень на основі комплексного аналізу гемодинамічних показників пацієнтів з артеріальною гіпертензією за допомогою інформаційних методик**

Група пацієнтів	Показник гемодинаміки при першому обстеженні				Відмінність між показниками артеріального тиску при першому і повторному обстеженнях, мм рт. ст.		
	пульс, ударів / хв	артеріальний тиск, мм рт.ст.			систолічний	діастолічний	пульсовий
		систолічний	діастолічний	пульсовий			
Стабільний перебіг	77,3 ±1,2	155,8 ±2,3	93,1 ±1,0	62,7 ±2,0	≥ 11	≥ 5	≥ 6
Погіршення стану	82,0 ±1,6	150,8 ±4,3	92,3 ±2,4	58,5 ±3,7	≤ 3	≤ 3	0

нейромережна кластеризація. Визначення чутливості і специфічності показників гемодинаміки, зокрема артеріального тиску, при первинному і повторному обстеженні проведено за допомогою ROC-аналізу.

Принципи розробки диференціально-діагностичних критеріїв включення до групи ризику розвитку ускладнень хворих з артеріальною гіпертензією на основі поетапного комплексного застосування інформаційних методик можуть бути використані і щодо інших захворювань у конкретному регіоні при наданні медичної допомоги сільським мешканцям.

Перспективним є подальше дослідження доступних та простих у використанні інформаційних методик, упровадження яких не потребує великих фінансових затрат, для підвищення ефективності надання первинної медико-санітарної допомоги у сільській місцевості.

#### Література.

1. Востров Г. Н. Інформаційна модель надання дистанційних медичних послуг населенню. Перше повідомлення / Г. Н. Востров, О. П. Мінцер, О. О. Павлов // Медична інформатика та інженерія. – 2010. – № 3. – С. 37–47.
2. Ковальчук Л. Я. Результати реалізації новітніх методик навчального процесу в Тернопільському державному медичному університеті імені І. Я. Горбачевського та плани на майбутнє / Л. Я. Ковальчук // Медична освіта. – 2012. – № 2. – С. 11–17.
3. Концепція інформатизації охорони здоров'я України / О. П. Мінцер, Ю. В. Вороненко, Л. Ю. Бабінцева [та ін.] // Медична інформатика та інженерія. – 2012. – № 3. – С. 5–29.
4. Марценюк В. П. Інформаційна система управління якістю підготовки фахівців у вищій медичній освіті / В. П. Марценюк, П. Р. Сельський. – Тернопіль : ТДМУ. – 2015. – 312 с.
5. Марценюк В. П. Нейромережеве прогнозування складання студентами-медиками ліцензійного інтегрованого іспиту «Крок 1» на основі результатів поточної успішності та семестрового комплексного тестового іспиту / В. П. Марценюк, А. В. Семенець, О. О. Стаханська // Медична інформатика та інженерія. – 2010. – № 2. – С. 57–62.
6. Bishop C. M. Neural Networks for Pattern Recognition / C. M. Bishop. – Oxford : Oxford University Press, 1995. – 504 p.
7. Hanley J. A. Sampling variability of nonparametric estimates of the areas under receiver operating characteristic curves: an update / J. A. Hanley, K. O. Hajian-Tilaki // Academic Radiology. – 1997. – Vol. 4. – P. 49–58.
8. Measuring patient-centered communication in patient-physician consultations: theoretical and practical issues / R. M. Epstein, P. Franks, K. Fiscella [et al.] // Soc. Sci. Med. – 2005. – No. 61. – P. 1516–1528.

#### References.

1. Vostrov, G. N. Mintser, O. P., Pavlov, O. O. (2010). Informatsiina model' nadannya distantsiinikh medichnikh poslug naseleennyu. Pershe povidomlennya [Information model of remote medical services. The first report]. Medichna informatika ta inzheneriya (Medical informatics and engineering), 3, 37-47 [In Ukrainian].
2. Koval'chuk, L. Ya. (2012). Rezul'tati realizatsii novitnikh metodik navchal'nogo protsesu v Ternopil's'komu derzhavnomu medichnomu universiteti imeni I. Ya. Gorbachevs'kogo ta plani na maibutnie [The results of the implementation of the latest techniques of the educational process in the Ternopil State Medical University, and plans for the future]. Medichna osvita (Medical education), 2, 11-17 [In Ukrainian].
3. Mintser, O. P., Voronenko, Yu. V., Babintseva, L. Yu., Banchuk, M. V., Krasnov, V. V., Denisenko, S. V., Azarkhov, O. Yu., Shupyats'kii, I. M. (2012). Kontsepsiya informatizatsii okhoroni zdorov'ya Ukraini [Of health informatization concept]. Medichna informatika ta inzheneriya (Medical informatics and engineering), 3, 5-29 [In Ukrainian].
4. Martsenyuk, V. P., Sel's'kii, P. R. (2015). Informatsiina sistema upravlinnya yakistyu pidgotovki fakhivtsiv u vishchii medichnii osviti [Information quality management system of training of specialists in higher medical education]. Ternopil': TDMU [In Ukrainian].
5. Martsenyuk, V. P., Semenets', A. V., Stakhans'ka, O. O. (2010). Neiromerezheve prognuzuvannya skladannya studentami-medikami litsenziinogo integrovanogo ispitu «Krok 1» na osnovi rezul'tativ potочної uspishnosti ta semestrovogo kompleksnogo testovogo ispitu [Neural network forecasting of putting medical students of the license integrated examination «Step 1» on the basis of current progress and integrated semester test examination]. Medichna informatika ta inzheneriya (Medical informatics and engineering), 2, 57-62 [In Ukrainian].
6. Bishop, C. M. (1995). Neural networks for pattern recognition. Oxford: Oxford University Press,
7. Hanley, J. A., Hajian-Tilaki, K. O. (1997). Sampling variability of nonparametric estimates of the areas under receiver operating characteristic curves: an update. Academic Radiology, 4(1), 49-58.
8. Epstein, R. M., Franks, P., Fiscella, K., Shields, C. G., Meldrum, S. C., Kravitz, R. L., Duberstein, P. R. (2005). Measuring patient-centered communication in patient-physician consultations: theoretical and practical issues. Soc. Sci. Med., 61(7), 1516-1528. doi: 10.1016/j.socscimed.2005.02.001

УДК 614.2(477).001.76:613  
DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2016.3.6750>

## САНОЦЕНТРИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ: ПРЯМОЙ ПУТЬ К ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

Г. Л. Апанасенко

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

Обсуждается фундаментальное положение о сущности жизни и здоровья как проявлении трансформации солнечной энергии в другие виды энергии (тепловую, механическую, электрическую и др.). Утверждается, что эффективность внутриклеточного энергообразования как проявление функции митохондрий (конечный этап трансформации солнечной энергии) является показателем устойчивости организма к внешним и внутренним негативным воздействиям. Существует уровень энергообразования, выше которого не регистрируются ни эндогенные факторы риска, ни сами заболевания. Ему дана количественная характеристика – «безопасный уровень здоровья». Постулируется необходимость в дополнение к «индустрии болезни» (учреждения Министерства здравоохранения) формирования «индустрии здоровья», в основе которой сохранение и повышение энергopotенциала биосистемы.

**Ключевые слова:** термодинамическая концепция здоровья, внутриклеточное энергообразование, «индустрия здоровья», саноцентрическая стратегия здравоохранения.

## САНОЦЕНТРИЧНА СТРАТЕГІЯ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я: ПРЯМИЙ ШЛЯХ ДО ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

Г. Л. Апанасенко

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

Обговорюється фундаментальне положення про сутність життя та здоров'я як прояву трансформації сонячної енергії в інші види енергії (теплову, механічну, електричну тощо). Стверджується, що ефективність внутрішньоклітинного енергоутворення як прояв функції митохондрий (кінцевий етап трансформації сонячної енергії) є показником стійкості організму до зовнішніх і внутрішніх негативних впливів. Існує рівень енергоутворення, вище якого не реєструються ні ендогенні фактори ризику, ні самі захворювання. Йому дана кількісна характеристика – «безпечний рівень здоров'я». Постулюється необхідність в додаток до «індустрії хвороби» (установи Міністерства охорони здоров'я) формування «індустрії здоров'я», в основі якої збереження і підвищення енергopotенціалу біосистеми.

**Ключові слова:** термодинамічна концепція здоров'я, внутрішньоклітинне енергоутворення, «індустрія здоров'я», саноцентрична стратегія охорони здоров'я.

## SANOCENTRIC HEALTH STRATEGY: DIRECT WAY TO HEALTH OF THE POPULATION

G. L. Apanasenko

*Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education*

We discuss the fundamental position of the essence of life and health as a manifestation of the transformation of solar energy into other forms of energy (thermal, mechanical, electrical, etc.). It is alleged that the efficiency of intracellular energy production as an expression of mitochondrial function (the final stage of the transformation

of solar energy) is a measure of the body's resistance to internal and external negative influences. There is a level of energy production above which neither endogenous risk factors, nor the disease are registered. It was given quantitative characteristic named «safe level of health». It is postulated (in addition to the «sickness industry» – the Ministry of Health institutions) the need to form the «health industry», based on the preservation and improvement of energy potential biosystems.

**Key words:** thermodynamic concept of health, intracellular energy production, «health industry», sanotcentric health strategy.

**Теория.** Ничто в мире не происходит без затрат энергии. Это касается и жизни как процесса [4, 9] (и др.). И чем больше энергопотенциал биосистемы, тем она устойчивее к внешним и внутренним воздействиям. Энергообразование в живой системе – многозвеньевой процесс трансформации солнечной энергии в тепловую, механическую, электрическую и др. виды энергии. Конечным звеном энергообразования и её аккумулятором являются митохондрии. Эффективность их деятельности на организменном уровне проявляется в максимальных возможностях аэробного энергообразования (максимальное потребление кислорода – МПК, мл/мин/кг). Таким образом, жизнеспособность биосистемы определяется её энергопотенциалом, который может быть идентифицирован с уровнем физического здоровья и измерен. А это означает, что жизнеспособностью (здоровьем) можно управлять (сохранять, восстанавливать, укреплять). В процессе эволюции происходит совершенствование эффективности функции митохондрий [6], т. е. эта функция имеет для вида *Homo Sapiens* эволюционно обусловленный порог, который мы назвали «безопасным» уровнем здоровья (БУЗ) и дали ему количественную характеристику [2, 3].

Выше БУЗ не регистрируются ни эндогенные факторы риска хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ) – сердечно-сосудистых, злокачественных, эндокринных и др., ни сами заболевания.

При воздействии негативных факторов внешней среды, нездорового образа жизни, старения и пр. происходит снижение эффективности внутриклеточного энергообразования. В соответствии с термодинамической концепцией здоровья и профилактики [2] выход эффективности внутриклеточного энергообразования за пределы БУЗ сопровождается феноменом «саморазвития» патологического процесса и является первопричиной эпидемии ХНИЗ (снижение энергопотенциала – рост энтропии – хаос функций – патология). Первая

реакция организма на недостаток АТФ в клетках – это повышение артериального давления [5]. Таким образом, борьба с эндогенными факторами риска развития ХНИЗ (артериальная гипертензия, гиперлипидемия, гипергликемия и пр.) без повышения энергопотенциала биосистемы – малоэффективна. Исследования J. Myers [7] подтвердили наши данные [1] о том, что низкие показатели аэробной работоспособности являются более мощным предиктором общей смертности и сердечно-сосудистой заболеваемости, чем другие факторы сердечно-сосудистого риска, такие как артериальная гипертензия, курение, гиперлипидемия и сахарный диабет. S. Aspenes и соавторы [8] в исследованиях здоровой норвежской популяции подтвердили наши данные о наличии БУЗ, показав, что каждое снижение МПК на 5 мл/мин/кг ниже БУЗ увеличивает риск развития сердечно-сосудистой патологии на 56%.

Таким образом, заболеваемость и смертность современной популяции обусловлены, главным образом, снижением уровня здоровья (энергопотенциала), а ХНИЗ – лишь следствие этого процесса.

Несмотря на всю сложность организации живого, существуют три важнейших компонента живой системы (клетки) – аккумулятор энергии, система доставки доброкачественного субстрата и окислителя для его сжигания, а также система выделения отработанных продуктов жизнедеятельности. И всем этим руководит комплексный регулирующий центр, состоящий, в свою очередь, из нервной системы, системы эндокринной регуляции и иммунитета. Если функции всех этих компонентов живого будут соответственно обеспечены, система будет существовать бесконечно долго. В этом и заключается санотцентрическая стратегия здравоохранения.

**Практика.** В практике здравоохранения реализована патоцентрическая стратегия здравоохранения, в центре внимания которой – патологический процесс. Ожидать существенного укрепления здоровья нации при финансировании преимуще-

ственно сферы лечебно-диагностической помощи бессмысленно. Надеяться на это – всё равно, что ожидать снижения преступности при борьбе с ней в тюрьмах. При этом в практике здравоохранения структура потребления препаратов слабо коррелирует со структурой заболеваемости. А даже правильно назначенные препараты часто не оказывают ожидаемого терапевтического эффекта. Так, по данным исследований, большинство лекарственных средств оказываются эффективными лишь у 25–60% пациентов [10]. Например, согласно данным Всемирной организации здравоохранения современные препараты не обеспечивают лечебный эффект у 75% больных артериальной гипертензией.

Санитарно-гигиеническое и противоэпидемическое обеспечение являет собой, по сути, пассивный путь предупреждения патологии, но не имеет отношения к укреплению открытой термодинамической системы, коей является организм человека.

**Пути решения проблемы.** Подмена понятий «здоровье» и «болезнь» на уровне государственного, отраслевого и территориального управления приводят к принятию неправильных управленческих решений: говорим о здоровье – подразумеваем болезни.

Базисной инновацией, позволяющей в течение ближайших лет обеспечить воспроизводство и формирование нового высокого качества человеческого капитала и существенным образом позитивно изменить процесс социально-экономического развития страны, является создание «индустрии здоровья» (в дополнение к существующей «индустрии болезни» – учреждений Министерства здравоохранения), построенной на саногенетической концепции здоровья. При вложении средств в здорового человека закономерно будет уменьшаться необходимость финансирования проблем больных людей.

В настоящее время самостоятельно без участия государства формируется индустрия здоровья в виде фитнес-, велнес-центров, шейпинга, СПА, оздоровительных центров и др. Но они создаются без должного научно-технологического обоснования, системного, профессионального подхода и применения технологий управления здоровьем.

Нами охарактеризована категория «индивидуальное здоровье» с использованием операциональных критериев (то есть таких, которые могут быть

воспроизводимо идентифицированы) и создана модель управления здоровьем человека. Здоровье – это не эфемерное «благополучие», как утверждает Всемирная организация здравоохранения, а способность индивида осуществлять свои биологические (выживание и репродукция) и социальные функции.

Только при совместном определении показателей здоровья и болезни и их сопоставлении можно говорить об уровне здоровья конкретного человека и имеющихся у него заболеваниях, а также определять правильную стратегию и тактику оздоровления и лечения. Оздоровление должно осуществляться постоянно, а лечение – при необходимости.

В связи с изложенным, управление жизнедеятельностью и здоровьем человека должно осуществляться путем управления энергopotенциалом биосистемы – физической активностью (совершенствование функции митохондрий), питанием (т. е. потреблением энергии, информации и вещества), оптимизацией внутренней среды организма (выведение продуктов обмена); оптимизацией условий труда, рекреацией, подготовкой к реализации репродуктивной функции; здоровой средой жизнедеятельности и др.

Человек должен быть мотивирован на здоровую, качественную и долгую жизнь и знать, что ему необходимо делать на протяжении жизни, конкретно на год и детально, на несколько месяцев. Такая персональная программа включает оздоровление дома, на рабочем месте, в центре (клубе) качества жизни и здоровья, за городом, на дачном участке, в санатории (доме отдыха, туристической гостинице, молодежном лагере и др.).

Сегодня в системе образования, а значит, и в системе государственного управления, отсутствует необходимый и достаточный уровень знаний о сохранении и укреплении здоровья и повышении качества жизни. В результате этого до сих пор не могли приниматься правильные управленческие решения на государственном уровне, направленные на реализацию стратегии повышения качества жизни и здоровья нации.

Ориентация государства на лечение больных, а не на сохранение и укрепление здоровья, привела к тому, что в системе образования имеются сотни специальностей и специализаций по болезням, и нет ни одной научно-признанной специальности по здоровью (Гигиена сущность и феномены здоровья не исследует).

В стране нет государственного межведомственного органа (министерства, комитета, департамента, центра, института), разрабатывающего и реализующего политику повышения качества жизни и здоровья населения и отстаивающего интересы государства и граждан, а не интересы отдельных министерств, ведомств или бизнес-сообществ.

Необходимо отметить практически полное отсутствие научных исследований, основанных на саногенетической стратегии достижения здоровья, слабость информационной политики и просвещения населения и, как следствие, его низкий уровень знаний и культуры качества жизни и здоровья.

### Литература.

1. Апанасенко Г. Л. Медицинская валеология / Г. Л. Апанасенко, Л. А. Попова. – К. : Здоровье, 1998. – 238 с.
2. Апанасенко Г. Л. Термодинамическая концепция здоровья и профилактики / Г. Л. Апанасенко // Терапевтический архив. – 1990. – № 12. – С. 56–58.
3. Апанасенко Г. Л. Эпидемия хронических неинфекционных заболеваний: стратегия выживания / Г. Л. Апанасенко. – Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2014. – 260 p.
4. Бауэр Э. Теоретическая биология / Э. Бауэр. – Л. : ВИЭМ, 1935. – С. 206
5. Григорян Р. Д. Артериальное давление: переосмысление / Р. Д. Григорян, Е. Г. Лябах ; Ин-т программных систем. – К. : Академперіодика, 2015. – 458 с.
6. Зотин А. И. Биоэнергетическая направленность эволюционного процесса организмов / А. И. Зотин. – Пуццино : НЦБИ АН СССР, 1981. – 11 с.
7. Myers J. Exercise and cardiovascular health / J. Myers // Circulation. – 2003. – Vol. 107. – P. 2–5.
8. Peak oxygen uptake and cardiovascular risk factors in 4631 healthy women and men / S. T. Aspenes, T. I. Nilsen, E. A. Skaug [et al.]. – Med. Sci. Sports Exerc. – 2011. – Vol. 43, No 8. – P. 1465–1473.
9. Schrodinger Erwin. What is life? The physical aspect of the living cell / Erwin Schrodinger. – Cambridge : University Press, 1944. – 92 p.
10. Spear B. B. Clinical application of pharmacogenetics / B. B. Spear, M. Heath-Chiozzi, J. Huff. – Trends Mol. Med. – 2001. – Vol. 7, No. 5. – P. 201–204.

Каждый человек должен сохранять, укреплять и отвечать за собственное здоровье, здоровье родных и близких.

Перспектива развития индустрии здоровья в виде приватно-государственного партнерства позволит создать на выгодных для государства условиях инновационную отрасль. Пример фитнеса, велнеса, СПА и т. п. показывает, что люди готовы вкладывать личные деньги в своё здоровье и здоровье своих детей.

### References.

1. Apanasenko, G. L. (1990). Termodinamicheskaya kontsepsiya zdorov'ya i profilaktiki [The thermodynamic concept of health and prevention]. *Terapevtičeskij Arhiv (Therapeutic Archive)*, 12, 56-58 [In Russian].
2. Apanasenko, G. L., Popova, L. A. (1998). *Meditinskaya valeologiya [Medical valueology]*. Kyiv: Zdorov'e [In Russian].
3. Apanasenko, G. L. (2014). *Epidemiya khronicheskikh neinfekcionnykh zabolevanii: strategiya vyzhivaniya [The epidemic of chronic non-communicable diseases: a survival strategy]*. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing [in Russian].
4. Bauer, E. (1935). *Teoreticheskaya biologiya [Theoretical biology]*. Leningrad: AIEM [In Russian].
5. Grigoryan, R. D., Lyabakh, R. D. (2015). *Arterial'noe davlenie: pereosmyslenie [Blood pressure: rethinking]*. Kyiv: Akademperiodika [In Russian].
6. Zotin, A. I. (1981). *Bioenergeticheskaya napravlennost' evolyutsionnogo protsessa organizmov [Bioenergy direction of the evolutionary process of organisms]*. Pushchino: SCBR AS USSR [In Russian].
7. Aspenes, S. T., Nilsen, T. I. L., Skaug E., A., Bertheussen, G. F., Ellingsen, K., Vatten, L., Wislckff, U. (2011). Peak oxygen uptake and cardiovascular risk factors in 4631 healthy women and men. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 43(8), 1465-1473. doi: 10.1249/MSS.0b013e31820ca81c
8. Myers, J. (2003). Cardiology patient pages. Exercise and cardiovascular health. *Circulation*, 107, 2-5. doi: 10.1161/01.CIR.0000048890.59383.8D
9. Spear, B. B., Heath-Chiozzi, M., & Huff, J. (2001) Clinical application of pharmacogenetics. *Trends Mol. Med.*, 7, 201-204. doi: 10.1016/S1471-4914(01)01986-4
10. Schrodinger, E. (1944). *What is life? The physical aspect of the living cell*. Cambridge: University Press.

УДК 61:378:658.2/.3:334.772:351.862.4  
DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2016.3.6751>

## ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ РЕГУЛЬОВАНИХ ПРОФЕСІЙ У РАМКАХ ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНОГО ПАРТНЕРСТВА В ОСВІТІ ТА Е-МЕДИЦИНІ

Н. О. Сіненко<sup>1</sup>, Г. В. Загорій, С. І. Мохначов

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

*<sup>1</sup>Національна академія державного управління при Президентові України*

Поява е-медицини, процесів державно-приватного партнерства і пов'язане з цим стрімке збільшення мережі центрів неформального навчання, особливо у вирішенні завдань забезпечення регульованих професій, вимагає створення принципово нових підходів до конструювання системи освіти. Розглянуто питання забезпечення якості підготовки фахівців, що відносяться до класу «регульованих професій». Виділена думка, що в період швидкого розвитку предметних областей єдиним на даний час механізмом, що визначає потребу в додатковій освіті, її обсяг та якості, є використання з цією метою онтологічних моделей знань предметної і пов'язаних з нею галузей.

**Ключові слова:** державно-приватне партнерство, професії, що регулюються, е-медицина, онтологічні моделі.

## ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ РЕГУЛИРУЕМЫХ ПРОФЕССИЙ В РАМКАХ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В ОБРАЗОВАНИИ И Е-МЕДИЦИНЕ

Н. А. Синенко<sup>1</sup>, Г. В. Загорий, С. И. Мохначев

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

*<sup>1</sup>Национальная академия государственного управления при Президенте Украины*

Появление е-медицины, процессов государственно-частного партнерства и связанное с этим стремительное увеличение сети центров неформального обучения, особенно в решении задач обеспечения регулируемых профессий, требует создания принципиально новых подходов к конструированию системы образования. Рассмотрены вопросы обеспечения качества подготовки специалистов, относящихся к классу «регулируемых профессий». Выделена мысль, что в период быстрого развития предметных областей единственным в настоящее время механизмом, определяющим потребность в дополнительном образовании, а также его объем и качество, является использование для этой цели онтологических моделей знаний предметной и сопряженных с ней областей.

**Ключевые слова:** государственно-частное партнерство, регулируемые профессии, е-медицина, онтологические модели.

## FEATURES OF QUALITY OF REGULATED PROFESSIONS TRAINING WITHIN THE PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP IN EDUCATION AND E-MEDICINE

N. O. Sinyenko<sup>1</sup>, G. V. Zagorii, S. I. Mokhnachov

*Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education*

<sup>1</sup>*National Academy for Public Administration under the President of Ukraine*

The advent of e-medicine, the processes of state-private partnership and the associated rapid increase of non-formal education centers net, especially in solving problems to ensure the regulated professions, requires the creation of fundamentally new approaches to the design of the education system. The problems of the quality of training of specialists related to the class of «regulated professions» are examined. It is obtained the idea that in a period of rapid development of the subject areas the only mechanism that determines the need for additional education, as well as its scope and quality, is currently the use of ontological models and knowledge of the subject and associated areas.

**Key words:** public-private partnership, regulated professions, e-medicine, ontological models.

**Вступ.** Відповідно до визначення під регульованою (регламентованою) професією розуміють професійну діяльність, яка вимагає певних професійних кваліфікацій. Іншими словами, для роботи в регульованій професії треба відповідати умовам, зазначеним в законодавстві даної країни, і мати відповідні документи: сертифікати, ліцензії та інші документи, без яких не можна приступити до роботи в даному напрямку і на даній посаді [11]. До регульованих професій, перш за все, відносяться професії, надання послуг за якими пов'язано зі здоров'ям і безпекою громадян.

Особливі труднощі виникають у зв'язку з безперервно зростаючими обсягами інформації в предметних областях, появою нових погано формалізованих напрямків (наприклад, мобільної медицини тощо). Підготовку фахівців у конкретній країні все частіше проводять в неформальних центрах, що створюють шляхом державно-приватного партнерства. Підкреслимо, що нормативна база в Україні до цього певним чином підготовлена [3, 7].

**Мета роботи:** обґрунтування нових підходів у конструюванні системи освіти для вирішення проблем, пов'язаних із регульованими професіями.

**Матеріали та методи дослідження.** Дослідження носить теоретико-методичний характер. Використані методи: системно-аналітичний і контент-аналіз.

**Результати та їх обговорення.** В ст. 8 Директиви 2000/31/ЄС Європейського парламенту та Ради «Про деякі правові аспекти інформаційних послуг, що стосується регульованих професій» підкреслюється, що держави-члени ЄС повинні гарантувати, що використання комерційної ко-

мунікації, яка становить інформаційну послугу, здійснювану представником регульованої професії, є предметом відповідності професійним правилам, зокрема, щодо незалежності, честі та гідності професії, професійної таємниці і ввічливості до клієнтів і інших представників професії. Без шкоди до автономності професійних органів і асоціацій, держави-члени ЄС і Комісія повинні заохочувати створення кодексів поведінки професійними асоціаціями та органами ЄС для того, щоб визначити тип інформації, яка може бути надана з метою комерційної комунікації, відповідно до національних правил. При цьому при розробці пропозицій щодо кроків ЄС, які можуть знадобитися для забезпечення належного функціонування внутрішнього ринку стосовно інформації про регульовані професії, важливо діяти в тісній взаємодії з відповідними професійними асоціаціями та органами [9].

Вважають, що в Україні інструментом регулювання повинні стати Національні рамки кваліфікації (НРК), які будуть інструментом сприяння розвитку таких напрямків, як визнання результатів навчання, навчання протягом усього життя і забезпечення якості результатів навчання в Україні, а також поліпшенню репутації українських кваліфікацій за кордоном.

Однак, незважаючи на те, що НРК були затверджені в 2011 році, та існував чотирирічний план впровадження (до 2015 року), в даному напрямку досягнуто дуже незначного прогресу: розроблені лише деякі нові професійні стандарти і кваліфікації, які базуються на результатах навчання; заснований Інститут професійних кваліфікацій

та галузеві комітети; Міністерство соціальної політики розробило процедуру офіційного визнання неформального і спонтанного навчання; в нових законах «Про вищу освіту» та «Про професійно-технічну освіту» містяться посилання на НРК; запропоновано Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти (проте до теперішнього часу воно не приступило до роботи). Крім того, в Угоді про асоціацію, підписаною з ЄС, відзначено про створення НРК, які б відповідали Європейській рамці кваліфікацій.

Насправді, НРК поки що не застосовуються як система, вони не містять реєстру кваліфікацій. На практиці люди все ще посилаються на існуючі класифікатори професій, кваліфікаційні характеристики, освітні програми та державні освітні стандарти, які не базуються на результатах навчання, а також використовують існуючі класи, категорії і розряди (тарифні розряди) для опису різних рівнів кваліфікацій, а не НРК [13].

У той самий час інноваційний процес і промислове виробництво стрімко розвиваються. З'являються нові спеціальності, зростає відповідальність за виконані дії, які не знаходять своє відображення ні в виробничих стандартах, ні тим більше в НРК. Перш за все, це стосується життєво важливих для країни напрямів – медицини і фармацевтики. Надзвичайно швидко зростають обсяги навчальної інформації. Існуючі в державі освітні структури насилу справляються зі зростаючими потребами суспільства. Стрімко розростається мережа центрів, що не відносяться до логіки і принципів формальної освіти. Останнім часом, поряд з формальним навчанням, при здійсненні навчання дорослих все частіше згадують такі види навчання, як «неформальне навчання» та «інформальне навчання», особливо в контексті підвищення кваліфікації або здійснення таких форм післядипломної освіти, як перепідготовка та стажування. Поява е-медицини, нанотехнологій, мобільної медицини, робототехніки остаточно загострило питання соціального партнерства.

У підсумку, проблеми освіти дорослих, створення методики оцінки компетенції фахівця, визначення якості навчання стали надзвичайно актуальними.

У спільному звіті Ради і Комісії за 2006 рік про результати, досягнуті в здійсненні робочої програми, акцентується, що основним завданням країн співдружності є формування таких громадських систем, які роблять можливим визнання та затвердження неформального та інформального навчання [13].

Поява стратегії інформальної освіти, яка є загальним терміном для освіти за межами стандартного освітнього середовища, пов'язана з індивідуальною пізнавальною діяльністю, що супроводжує повсякденне життя і не обов'язково носить цілеспрямований характер [13]. Таким чином, реалізується спонтанна освіта за рахунок власної активності індивіда в навколишньому культурно-освітньому середовищі, коли доросла людина перетворює освітній потенціал суспільства в дієвий фактор свого розвитку.

Підкреслимо, що неформальна освіта визначає будь-який вид організованої і систематичної діяльності, який може не збігатися з діяльністю навчальних закладів, що входять у формальні системи освіти. Найчастіше цей термін використовують паралельно з поняттями «безперервна освіта», «додаткова освіта», «самоосвіта». Беручи до уваги, що відсутність сертифікації часто є ознакою неформальної освіти, на жаль (і зазвичай), неформальна освіта розглядається в опозиції до формальної, що відбувається в рамках офіційних освітніх інститутів і супроводжується врученням офіційно визнаних документів про освіту [2, 5]. У той же час неформальна освіта поступово починає відігравати важливу роль в досягненні цілей програми «Освіта для всіх» та «Декларації тисячоліття» і відображає такі нові реалії, як диверсифікація освітніх потреб в мінливому суспільстві.

Таким чином, необхідно запропонувати об'єктивну методику, яка визначає потребу в додатковій освіті, її обсяг і якість.

Нами запропоновано використовувати з цією метою онтологічну модель знань предметної і пов'язаних з нею галузей, вперше запропонованих в [12].

Структура предметної онтології повинна відображати структуру предметної області. Зауважимо, що онтологію, яка включає поняття, що виходять за межі предметної області, що є найбільш загальними для двох і більше предметних областей, називають метаонтологією [4]. Важливою властивістю онтологічних і, особливо, метаонтологічних моделей є те, що одні й ті ж самі її об'єкти можуть розглядатися з різних точок зору за рахунок входження їх в різні концептуальні конструкції. Ця властивість онтологічних моделей дозволяє на їх основі встановлювати зв'язки між різними предметними областями, що є особливо актуальним для складних систем.

Очевидною складністю і перспективністю подібного роду досліджень є облік (і використання!)

множини міжпредметних і міждисциплінарних зв'язків, а також різні цілі кінцевих користувачів системи. Підкреслимо, що онтологічні моделі знаходять останнім часом виключно широке розповсюдження в різних предметних областях [1, 6, 8]. Формально онтологія розглядається як триплет  $O = \{T, R, F\}$ , де  $T$  – множина концептів предметної області;  $R$  – множина відносин між концептами;  $F$  – функції інтерпретації, задані на сутності та/або відносинах онтології.

Відзначимо також, що паралельно повинна бути вирішена задача обміну достовірною інформацією, наборами даних між різними дослідницькими та освітніми центрами. З цього приводу інтерес становить стандарт CERIF (Common European Research Information Format) – спільний європейський формат для дослідницької інформації [10].

#### Література.

1. Волохов В. Онтологическая модель предметной области информационной системы поддержки инновационных разработок институтов РАН / В. Волохов, А. Прохоров, Е. Амосова // Информационные ресурсы России. – 2011. – № 3. – С. 27–32.
2. Горшкова В. В. Взаимодействие формального, неформального и информального образования как современное направление развития человека [Электронный ресурс] / В. В. Горшкова // Концепт. – 2014. – Т. 26. – С. 176–180. – Режим доступа : <http://e-koncept.ru/2014/64336.htm>.
3. Деякі питання організації здійснення державно-приватного партнерства : постанова Кабінету Міністрів України від 11 квітня 2011 року № 384 [Електронний ресурс] / база даних «Законодавство України» ; офіційний веб-портал Верховної Ради України. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/384-2011-%D0%BF>
4. Константинова Н. С. Онтологии как системы хранения знаний [Электронный ресурс] / Н. С. Константинова, О. А. Митрофанова // Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению «Информационно-телекоммуникационные системы». – 2008. – 54 с. – Режим доступа : <http://www.ict.edu.ru/ft/005706/68352e2-st08.pdf>
5. Мельник С. В. Квалификации в сфере обучения на протяжении всей жизни: Как рассматривать профессиональные квалификации, в том числе приобретенные в результате неформального и спонтанного обучения, а также регулируемые профессии в Украине. Должны ли они входить в состав НРК? : аналитический обзор [Электронный ресурс] / С. В. Мельник ; Европейский фонд образования. – Киев, 2015. – 30 с. – Режим доступа : [http://www.ipq.org.ua/upload/files/files/03\\_Novyny/2015.12.10\\_LLL\\_qualifications\\_](http://www.ipq.org.ua/upload/files/files/03_Novyny/2015.12.10_LLL_qualifications_)

#### Висновки.

1. Поява е-медицини, процесів державно-приватного партнерства та пов'язане з цим стрімке збільшення мережі центрів неформального навчання, особливо у вирішенні завдань забезпечення регульованих професій, вимагає створення принципово нових підходів до конструювання системи освіти.
2. Інформальна освіта набуває все більшого поширення.
3. Необхідно розробити об'єктивну методіку, що визначатиме потребу в додатковій освіті, її обсяг і якість.
4. Для інтеграції освітніх центрів запропоновано використовувати онтологічні моделі предметних областей.

- seminar/Analytic%20Report\_Qualifications%20in%20LLL\_Mr.%20Melnik\_RUS.pdf.
6. Норенков И. П. Интеллектуальные технологии на основе онтологий / И. П. Норенков // Информационные технологии. – 2010. – № 1. – С. 17–23.
7. Павлюк К. В. Сутність і роль державно-приватного партнерства в соціально-економічному розвитку держави / К. В. Павлюк, С. М. Павлюк // Наукові праці КНТУ. Економічні науки. – 2010. – № 17. – С. 10–19
8. Полетаева Е. В. Принципы построения онтологии предметной области машиностроения [Электронный ресурс] / Е. В. Полетаева // Программные продукты, системы и алгоритмы. – 2015. – № 1. – Режим доступа : <http://swwsys-web.ru/ontology-building-mechanical-engineering.html>.
9. Про деякі правові аспекти інформаційних послуг, зокрема, електронної комерції, на внутрішньому ринку («Директива про електронну комерцію») Директива 2000/31/ЄС Європейського парламенту та Ради від 8 червня 2000 року [Електронний ресурс] / база даних «Законодавство України» ; офіційний веб-портал Верховної Ради України. – Режим доступу : [http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994\\_224](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_224)
10. CERIF 2008 – 1.2 Full Data Model (FDM). Introduction and Specification [Electronic resource] / B. Jörg, K. Jeffery, G. Van Groote [et al.] (eds) ; euroCRIS. – November 22, 2010. – 44 p. – Retrieved from : [http://www.eurocris.org/Uploads/Web%20pages/CERIF2008/Release\\_1.2/CERIF2008\\_1.2\\_FDM.pdf](http://www.eurocris.org/Uploads/Web%20pages/CERIF2008/Release_1.2/CERIF2008_1.2_FDM.pdf).
11. Convention on the recognition of qualifications concerning higher education in the European region and explanatory report (Lisbon, 11.IV. 1997) / Council of Europe; UNESCO. – European Treaty Series. – 1997. – No. 165. – 300 p.

12. Gruber T. R. The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases / T. R. Gruber // Principles of knowledge representation and reasoning. proceedings of the second international conference / J. A. Allen, R. Fikes, E. Sandewell (eds.). – San Mateo, California : Morgan Kaufmann, 1991. – P. 601–602.

13. Modernising education and training: a vital contribution to prosperity and social cohesion in Europe – 2006 Joint Interim Report of the Council and the Commission on progress under the «Education & Training 2010» work programme / Key messages to the Spring European Council. Communication from the Commission. – [EU Commission – COM Document]. – Official Journal of the European Union 1.4.2006. – OJ 79/2. – C 79/1–C 79/19.

### References.

1. Volokhov, V, Prokhorov, A., Amosova, E. (2011). Ontologicheskaya model' predmetnoi oblasti informatsionnoi sistemy podderzhki innovatsionnykh razrabotok institutov RAN [The ontological domain model of information system of support of innovations RAS institutes]. Informatsionnye resursy Rossii (Information resources of Russia), 3, 27-32 [In Russian].

2. Gorshkova, V. V. (2014). Vzaimodeistvie formal'nogo, neformal'nogo i informal'nogo obrazovaniya kak sovremennoe napravlenie razvitiya cheloveka [Interaction of formal, non-formal and informal education as the modern direction of human development]. Kontsept (Concept), 26, 176-180. Retrieved from: <http://e-koncept.ru/2014/64336.htm> [In Russian].

3. The Cabinet of Ministers of Ukraine. (April 11, 2011). Deyaki pitannya organizatsii zdiisnennya derzhavno-privatnogo partnerstva [Some questions of the organization of the public-private partnership]. Decree No. 384. Retrieved from: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/384-2011-%D0%BF> [In Ukrainian].

4. Konstantinova, N. S., Mitrofanova, O. A. (2008). Ontologii kak sistemy khraneniya znaniy [Ontologies as a knowledge storage]. Vserossiiskii konkursnyi otbor obzorno-analiticheskikh statei po prioritetnomu napravleniyu «Informatsionno-telekommunikatsionnye sistemy» [Russian competitive selection overview and analytical articles on priority «Information and telecommunication systems»]. Retrieved from: <http://www.ict.edu.ru/ft/005706/68352e2-st08.pdf> [In Russian].

5. Mel'nik, S. V. (2015). Kvalifikatsii v sfere obucheniya na protyazhenii vsei zhizni: Kak rassmatrivat' professional'nye kvalifikatsii, v tom chisle priobretennye v rezul'tate neformal'nogo i spontannogo obucheniya, a takzhe reguliruemye professii v Ukraine. Dolzhny li oni vkhodit' v sostav NRK? [Excellence in learning throughout life: How to treat professional qualifications, including those acquired through informal and spontaneous learning, as well as the regulated professions in the Ukraine. Should

they be part of the NQF?]: analytical review. Kyiv. Retrieved from: [http://www.ipq.org.ua/upload/files/files/03\\_Novyny/2015.12.10\\_LLL\\_qualifications\\_seminar/Analytic%20Report\\_Qualifications%20in%20LLL\\_Mr.%20Melnik\\_RUS.pdf](http://www.ipq.org.ua/upload/files/files/03_Novyny/2015.12.10_LLL_qualifications_seminar/Analytic%20Report_Qualifications%20in%20LLL_Mr.%20Melnik_RUS.pdf) [In Russian].

6. Norenkov, I. P. (2010). Intellektual'nye tekhnologii na osnove ontologii [Intelligent technologies based on ontologies]. Informatsionnye tekhnologii (Information technology), 1, 17-23 [In Russian].

7. Pavlyuk, K. V., Pavlyuk, S. M. (2010). Sutnist' i rol' derzhavno-privatnogo partnerstva v sotsial'no-ekonomichnomu rozvitku derzhavi [The nature and role of public-private partnerships in social and economic development of the state]. Naukovi pratsi KirNTU. Ekonomichni nauki [Scientific papers of KNTU. Economics], 17, 10-19 [In Ukrainian].

8. Poletaeva, E. V. (2015). Printsipy postroeniya ontologii predmetnoi oblasti mashinostroeniya [Principles of domain ontology of engineering]. Programmnye produkty, sistemy i algoritmy (Software products, systems, and algorithms), 1. Retrieved from: <http://swsys-web.ru/ontology-building-mechanical-engineering.html> [In Russian].

9. Pro deyaki pravovi aspekti informatsiinih poslug, zokrema, elektronnoi komertsii, na vnutrishn'omu rinku («Direktiva pro elektronnu komertsiyu») [On certain legal aspects of information services, in particular electronic commerce, in the internal market («Directive on electronic commerce»)]. (8 June 2000). Directive 2000/31/EC of the European Parliament and the Rada. Retrieved from: [http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994\\_224](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_224) [In Ukrainian].

10. Jörg, B., Jeffery, K., van Groote, G., Asserson, A., Dvorak, J., Rasmussen, H. (Eds). (November 22th, 2010). CERIF 2008 – 1.2 Full Data Model (FDM). Introduction and Specification. Retrieved from: [http://www.eurocris.org/Uploads/Web%20pages/CERIF2008/Release\\_1.2/CERIF2008\\_1.2\\_FDM.pdf](http://www.eurocris.org/Uploads/Web%20pages/CERIF2008/Release_1.2/CERIF2008_1.2_FDM.pdf).

11. Council of Europe, UNESCO. (11.IV. 1997). Convention on the recognition of qualifications concerning higher education in the European region and explanatory report. European Treaty Series, 165.

12. Gruber T. R. (1991). The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases. In J. A. Allen, R. Fikes, E. Sandewell (eds.). Principles of knowledge representation and reasoning. Proceedings of the second international conference (pp. 601-602). San Mateo, California: Morgan Kaufmann.

13. Modernising education and training: a vital contribution to prosperity and social cohesion in Europe – 2006 Joint Interim Report of the Council and the Commission on progress under the «Education & Training 2010» work programme. Key messages to the Spring European Council. Communication from the Commission. (2006/C 79/02). OJ 79/2. Official Journal of the European Union, 1.4.2006, C 79/1–C 79/19.

## ОНТОЛОГІЧНІ ІНТЕРАКТИВНІ СИСТЕМИ ЗНАТЬ – ПАРАДИГМА РОЗВИТКУ МОБІЛЬНОЇ МЕДИЦИНИ

О. Є. Стрижак, О. П. Мінцер<sup>1</sup>, Л. Ю. Бабінцева<sup>1</sup>

*Національний центр «Мала академія наук України»*

<sup>1</sup>*Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л. Шупика*

Описано підходи та інструменти формування онтологічних систем медичних документів (МД). Визначено умови їх створення на основі частково впорядкованих положень відповідних медичних теорій. Визначаються такі інструменти, як термінополе МД, таксономія, редуктор множинних відношень між поняттями теорії, положення якої відображаються у МД. Онтології документів розглядаються як мережецентричні медичні інтерактивні системи знань. Наведено приклади динамічного представлення станів взаємодії лікарів і пацієнтів із онтологічною системою МД.

**Ключові слова:** медичний документ, термінополе, контекст, множинність, онтологія, таксономія, редуктор, тезаурус, мережецентризм.

## ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ИНТЕРАКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЗНАНИЙ – ПАРАДИГМА РАЗВИТИЯ МОБИЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ

А. Е. Стрижак, О. П. Минцер<sup>1</sup>, Л. Ю. Бабинцева<sup>1</sup>

*Национальный центр «Малая академия наук Украины»*

<sup>1</sup>*Национальная медицинская академия последипломного образования имени П. Л. Шупика*

Описываются подходы и инструменты формирования онтологических систем медицинских документов (МД). Определяются условия их создания на основе частично упорядоченных положений соответствующих медицинских теорий. Определяются такие инструменты, как терминополе МД, таксономия, редуктор множественных отношений между понятиями теории, положения которой отражаются в МД. Онтологии документов рассматриваются как сетевые медицинские интерактивные системы знаний. Приводятся примеры динамического представления состояний взаимодействия врачей и пациентов с онтологической системой МД.

**Ключевые слова:** медицинский документ, терминополе, контекст, множественность, онтология, таксономия, редуктор, тезаурус, сетевые центры.

## ONTOLOGICAL KNOWLEDGE INTERACTIVE SYSTEM – THE PARADIGM OF MOBILE HEALTH DEVELOPMENT

O. Ye. Stryzhak, O. P. Mintser<sup>1</sup>, L. Yu. Babintseva<sup>1</sup>

*National Center "Minor Academy of Sciences of Ukraine"*

<sup>1</sup>*Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education*

It describes the approaches and tools of formation of the ontological systems of medical records. The conditions of their creation on the basis of the relevant provisions of partially ordered medical theories are defined. There are determined such tools as term field of medical document, taxonomy, reducer of multiple relations between the concepts of the theory, the provisions of which are reflected in a medical document. Documents ontologies

are considered as network-centric interactive medical knowledge systems. Examples of dynamic presentation of the state of physicians and patients interaction with ontological medical document system are presented.

**Key words:** medical document, term field, context, plurality, ontology, taxonomy, reducer, thesaurus, network-centric.

**Вступ.** Основне завдання медичного супроводу процесів надання медичних послуг – це забезпечення гармонійної взаємодії лікарів і пацієнтів. Одним із основних інструментів забезпечення цього процесу є медичний документ (МД) – інформаційний об'єкт із повністю визначеними компонентами, що може містити текст, зображення, звук і інший мультимедійний зміст. У ряді джерел він носить назву медичного документу – MDA [16].

Безумовно, кожен МД повинен системно відображати стан здоров'я пацієнтів (населення), виходячи з положень існуючих теоретичних міркувань та стандартів, що використовуються в системі надання медичних послуг на різних рівнях. На сьогодні МД характеризуються:

- певною не пустою множиною контекстів, які розкривають їх зміст та забезпечують аксіоматику і інтерпретування згідно положень конкретної медичної теорії;
- віддзеркаленням множин тверджень та висловлювань щодо застосування певних методик діагностики та лікування хворих у термінах певних медичних теорій;
- лінійною впорядкованістю викладання понять, які визначають стани здоров'я людини та також описуються в термінах певних медичних теорій;
- позиційним розташуванням елементів множини контекстів кожного поняття у різних місцях за змістом;
- підтримкою процесів послідовного переходу від окремих контекстів при опануванні змісту;
- неповнотою посилань на інші джерела медичних знань;
- слабкою динамічністю включення посилань на новітні джерела медичних знань тощо.

З наведеного визначення становиться зрозумілим, що кожен МД відображає певний обсяг тематичних медичних знань, які представлені інформаційними описами у вигляді природно-мовних конструкцій [2, 3, 14], відображають висловлення, судження та твердження про певні факти, що відображають відповідний стан здоров'я пацієнтів. При цьому використовуються різноманітні тематичні терміни та медична професійна лексика. Цей стиль характерний для освітньої, наукової та експертно-

методичної літератури являє собою певною мірою впорядковану (для даного часу) множину наукових та експертних повідомлень, які формуються на основі певних предметних понятійних систем. Таким чином, можна зробити висновок, що МД має бути якісним джерелом медико-тематичної інформації щодо відображення стану здоров'я пацієнтів і забезпечувати подальше її інтерпретування при виборі тактики лікування пацієнтів. Тож кожен МД за своїм змістом має відображати понятійну систему певної медичної теорії [4].

Методичним принципом створення МД щодо його використання у лікувальному процесі має стати відображення всієї понятійної системи в медицині, її аксіоматики, правил, синтаксичних та морфологічних основ теорії, яка використовується. Тільки тоді МД забезпечить формування операціонального простору діяльності лікарів на різних рівнях надання медичної допомоги. Іншими словами, понятійні системи тематичних медичних дисциплін, які відображають зміст МД по кожному пацієнту, повинні бути для них знаннево-функціональним ядром їх операціональності, що й складає їх професійно-орієнтований діяльнісний простір. Здатність інтегровано використовувати своє знаннево-функціональне ядро, яке формується у будь-якої особистості протягом всього життя та визначає рівні її компетентності й освіченості, складає основу коректної взаємодії лікарів, пацієнтів та різних інституцій, які також беруть участь у лікувальному процесі.

Інформаційні процеси, які на сьогодні розвиваються у суспільстві, ставлять певні вимоги до функціональних властивостей сучасного МД, в першу чергу – інтерактивність та інтерооперабельність.

Особливі потреби до МД виникають в принципово новому напрямку сучасної охорони здоров'я – мобільній медицині, зокрема телемедицині. Відсутність прямого контакту лікаря та пацієнта обумовлює особливі вимоги до інтерпретації інформації, яка отримується. Виникає необхідність розширення функціональності МД на основі використання сучасних ІТ-технологій, залучення інформаційних середовищ, ресурсів та мережних інформаційних систем. При чому категорія інтегрованості змісту

МД однозначно визначає наявність інструментів пошуку, категоризації, класифікації та визначення його тематичної еквівалентності за змістом з зовнішніми мережними медичними інформаційними ресурсами.

Крім використання у лікувальному процесі сучасних інтерактивних засобів його підтримки, вкрай важливим є комплексний розгляд спільного використання локальних джерел, документів та

ІТ-засобів, в технологічній основі яких лежить знаннево-орієнтований підхід для взаємодії з мережецентричним інформаційним медичним середовищем [10].

Узагальнена схема визначення вимог щодо взаємодії лікарів та пацієнтів у сучасному інформаційному середовищі представлена на рис. 1.



Рис. 1. Узагальнена схема визначення вимог щодо взаємодії лікарів та пацієнтів у сучасному інформаційному середовищі на основі використання змісту МД

**Мета роботи:** узагальнення та формалізація уявлень про формування та застосування МД на основі інтеграції інформаційних масивів, що мають відношення для опису стану пацієнта, обґрунтування стратегії та тактики лікування.

**Матеріали та методи дослідження.** Дослідження є теоретичним узагальненням щодо теорії формалізації медичної інформації.

Будь-який МД за своєю структурою складається за науково-методичним стилем зі строго лінійно впорядкованих контекстів. Взагалі зміст любого МД формується на основі інтеграції інформаційних масивів та ресурсів, що відповідають тематиці медичної дисципліни. Структура МД, в свою чергу, відображає основні та допоміжні терміни та поняття, відповідні їх властивості та взаємозв'язки.

Можна стверджувати, що зміст МД породжується не пустою множиною взаємопов'язаних дефініцій термінів, які визначають імена концептів предметної медичної дисципліни. Таку множину термінів ми будемо визначати як **термінополе** МД [6, 7, 14]. Всі елементи термінополя, на основі методичних правил викладання послідовності його змісту, строго впорядковані та складають на цій основі безпосередньо текст МД.

Технологічним підходом щодо забезпечення інтегрованого використання МД є формування інформаційно-методичної бази, яка змістовно забезпечує весь лікувальний процес на основі методів онтологічного моделювання МД та інформаційних процесів, що використовуються. Такий підхід забезпечує визначення умов щодо створення усього

інформаційно-лікувального середовища у вигляді взаємодіючих між собою інтерактивних мережецентричних [19] баз знань.

Виділення набору дій на основі системи знань, яку описано та подано в різноманітних МД, можливо на основі застосування до її природно-мовного тексту процедури структуризації [3, 14]. Для цього виконують деякі перетворення книжкового тексту, для представлення його не в звичайному вигляді послідовного і за стилем узгодженого викладу інформації, а відобразивши його в сукупності конкретних висловлювань і тверджень, які представлені певними контекстами [6, 14]. Конкретні предметні висловлювання/твердження, що мають тематичну спрямованість, являють собою певну пасивну базу знань [3].

Перетворення пасивної бази знань, яка представлена у вигляді викладених у МД інформаційних описів, в активну систему, можливо на основі перетворення цих описів в певні термінополя, де конкретні поняття стають концептами предметної області, яку описано в книзі. Зазначені концепти складають певні твердження, які визначають конкретні дії та результати цих дій. Безпосередньо самі твердження будуються на основі використання семантики концептів і тих відношень, які ці концепти зв'язують певним змістом.

Множини висловлювань/тверджень, сформовані на основі тематичних концептів, утворюють певну категорію [8], об'єкти якої мають морфізм для кожної пари «висловлювання – твердження». Надалі будемо розглядати морфізми, які перетворюють висловлювання, що подані в тексті МД, в твердження, які є істинними для описуваних фактів.

Відзначимо, що важко розділити поняття «висловлювання» і «твердження» – вони практично еквівалентні. Такий поділ є досить штучним і має конструктивний характер в термінах теорії нормальних систем [17], де висловлювання визначає набір вихідних (пасивних даних), а твердження дозволяють виділити і визначити конкретні активні дії. Тобто ми формуємо множини висловлювань конкретного тематичного характеру, відображаємо ці висловлювання у формі тверджень, перефразовуючи їх в позитивну форму [4].

Така стверджувальна форма допоможе нам сформулювати певну гіпотезу, яка на основі значення конкретних фактів, що представляють прояви конкретних явищ, може підтвердитися або виявитися неспроможною [4].

Сформулюємо для висловлювань і тверджень наступне правило:

а) вислів/твердження вважається придатним, якщо існують умови, що визначають його істинність;

б) вислів/твердження вважається непридатним, якщо не існує умов, що визначають його істинність.

Узагальнено комп'ютерна онтологія розглядається, як експліцитно визначена специфікація концептуалізації множинності об'єктів і зв'язків між ними [14, 17, 18]. В онтологію також включаються і системи обмежень, які можуть бути накладені на відношення в рамках тематики предметної області й виражаються у вигляді певної множини аксіом, що задається на основі понять-концептів та відношень між ними. На цих підставах ми можемо розглядати онтологію як концептуально визначену і задану систему знань.

Онтологію, як певну категорію розвитку та реалізації інформаційних технологій, будемо розуміти і формулювати на основі визначення, даного в роботах [2, 3, 14, 17–19]:

- ієрархічна структура кінцевої множини понять-концептів, які описують задану тематику предметної дисципліни, що вивчається;
- структурно онтологія може бути представлена у вигляді онтографа, вершинами якого є поняття, а дуги – семантичні відношення між ними;
- поняття-концепти і відношення інтерпретуються відповідно до загальнозначущих функцій інтерпретації, взятих з електронних джерел знань заданої тематики предметної дисципліни, що використовується у лікувальному процесі;
- визначення понять і відношень виконується на основі аксіом і обмежень (правил) їх області дії;
- існує засіб формального опису онтологічного графа (онтографа);
- функції інтерпретації та аксіоми можуть бути описані в нотації формальної теорії.

Отже, онтологія охоплює більш широкую сферу, ніж просто деталізований набір понять і відносин. Онтологія є відображенням певної теорії й може бути представлена як активна система знань, яка включає в себе множини об'єктів, що пов'язані з описами, а також формальні аксіоми, які обмежують інтерпретацію і спільне вживання цих термінів. Тобто онтологію можна розглядати як певну логічну теорію, деяке числення зі своїми правилами. Ця теорія дозволяє систематизувати категорії дійсності як такі, що зокрема виражаються мовою значень [2–4] та які викладено у змісті МД.

Визначимо необхідні інструменти забезпечення інтерактивності, інтегрованості та інтерооперабельності контенту, що визначає зміст довільного МД.

Перш за все, МД повинен включати до себе та відображати понятійну систему теорії, яка визначає предмет та тематику медичної дисципліни, що використовується в лікувальному процесі. Однак зрозуміло, що усі елементи понятійної системи представлені певними поняттями, які можна умовно поділити на прості та складні. Прості є іменами конкретних об'єктів, та їх ознакою є те, що вони не можуть бути розкладені на більш прості об'єкти в рамках викладання дисципліни. Складні фактично представляють різні композиції з простих об'єктів і можуть бути представлені певною фразою з декілька слів, чи мати певне ім'я, яке представляє категорію чи клас об'єктів [15]. Надалі усі елементи понятійної системи будемо називати концептами та позначати літерою  $x$ , а множину концептів будемо позначати великою літерою  $X$ .

Усі поняття-концепти предметної дисципліни, яка відображається у МД, зазвичай формуються у вигляді глосарію [6]. Але головну роль у будь-якому текстовому документі, а особливо у МД, виконують контексти, які визначають властивості  $r$  та функціональність  $f$  понять-концептів, що складають його понятійну систему та відображають конкретний стан здоров'я пацієнта. Концепти, які мають визначення у вигляді певних множин контекстів, надалі будемо визначати як термінополе МД та позначати як  $T$ . Строго під термінополем  $T$  будемо розуміти множину взаємопов'язаних дефініцій (контекстів) концептів (термінів), що складають та визначають зміст певної предметної дисципліни, яка відображає у МД положення певної теорії  $Th$ .

Фактично термінополе  $T$  визначає понятійну основу взаємодії лікарів та пацієнтів з інформаційним середовищем МД та з іншими учасниками лікувального процесу на основі положень теорії  $Th$ , які викладено. Тоді множина взаємозв'язків концептів може бути задана множиною властивостей –  $R$ , які їх визначають та існують між ними. Усі ці властивості та їх функціональність визначаються у контекстах концептів, однак ці контексти звичайно викладаються у МД в досить строгому лінійному впорядкуванні [4, 17].

Отже, множини концептів, відношень між концептами, відповідні інтерпретуючи функції теорії, що визначає базові положення предметної дисципліни –  $X$ ,  $R$ ,  $F$  та  $Th$  – є певними інструментами

формування термінополя МД, яке включає понятійну систему використовуваної медичної теорії. Вказані множини утворюють певну концептуальну схему предметної дисципліни та конструктивно визначають онтологічну систему клінічного документу –  $O_{md}$ , що є відображенням певної теорії:

$$O_{md} = (X, R, F, A_{Th}), \quad (1)$$

де:  $F = X \otimes R$ ;  $A_{Th}$  – базові аксіоми теорії  $Th$ , положення якої викладаються у МД; (індекс  $md$  є скороченням англ. medical document).

Як бачимо з визначення онтологічної системи, дуже важливу роль тут відіграє множина властивостей та відношень  $R$ , елементи якої практично беруть участь в усіх утворюючих процесах онтологічної системи. Більш того, якщо зіставити інформацію, що занесена в МД, з іншими інформаційними ресурсами (монографії, підручники, тощо), то виявляється, що при реалізації діагностично-лікувального процесу інтерпретування властивостей понять потребує розуміння певної функціональності, особливо при використанні конкретних методик. Тобто, включення до операціонального простору [9, 13], що визначає можливі дії лікарів та пацієнтів, предметних функцій онтологічної системи МД конструктивно задає напрямок використання його теоретичних та практичних положень і, тим самим, формування у лікарів правильних висновків. Саме ці функції є якісним відображенням властивостей концептів, які викладаються у МД. Тоді, згідно з [14, 17, 18], онтологічна система виду  $O_{md}$  (1) є якісною складною моделлю, яка відображає усі стани взаємодії концептів теорії  $Th$ , положення якої викладаються у МД у вигляді певної множинної часткової впорядкованості контекстів цих концептів.

Цю множинну впорядкованість визначимо як гіпервідношення  $G$  [17], що відображає взаємозв'язки між контекстами концептів онтологічної системи МД. Усі ці взаємозв'язки можна представити простою моделлю бінарних відношень виду «об'єкт – об'єкт», «група об'єктів – об'єкт» та «група об'єктів – група об'єктів» [11, 14]. Однак множина цих бінарних відношень частково впорядкована та ще й має множинні властивості [14, 17]. Відношення між контекстами, які складають зміст МД, розглядатимемо як гіпервідношення  $G$  виду  $Y \circ G \circ X$ , де  $Y$  – множина всіх можливих множин концептів  $X$  термінополя  $T$  онтологічної системи  $O_{md}$  МД, а  $x$  – один з концептів цієї множини. Категорія множинності в даному випадку визначає наявність рівнозважених альтернатив активізації

взаємозв'язків між контекстами при використанні їх у лікувальному процесі, який потребує вирішення проблемних завдань та задач.

Гіпервідношення  $\mathbf{G}$ , як множина множинних бінарних відношень між контекстами концептів термінополя МД, задає процедуру формування множини таксономій, які визначають різні рівні ієрархій, існуючих між усіма концептами термінополя МД, за умови, що вони мають відповідні контексти. Зрозуміло, що вказана вище множина бінарних відношень «об'єкт – об'єкт», «група об'єктів – об'єкт» та «група об'єктів – група об'єктів» представлена у множинному гіпервідношенні  $\mathbf{G}$ . Тобто довільну множину всіх таксономій онтологічної системи МД  $\mathbf{O}_{\text{md}}$  представимо у вигляді:

$$\mathbf{T} = \mathbf{YoGoX}. \quad (2)$$

Зазначена модель бінарних відношень виду (2) задає відношення множинної ациклічності  $\mathbf{y}$  та множинної часткової впорядкованості  $\mathbf{p}'$  для всіх концептів і їх можливих множин в структурі таксономічних категорій онтологічної системи МД  $\mathbf{O}_{\text{md}}$ . Ці два відношення забезпечують виводимість відношення лінійної впорядкованості  $\mathbf{p}$ , яке визначає послідовність відображення контекстів і, тим самим, використання концептів термінополя МД. Формування з деяких концептів певних таксономій на основі застосування множинних бінарних відношень ациклічності і часткового порядку, забезпечується створенням із загальних концептів онтологічної системи множини таксономій, на підставі яких будуються твердження, які описують функціональні дії, що можуть бути застосовні лікарями у лікувальному процесі. Ці твердження створюються на основі використання пари концептів, які зв'язані відповідним множинним відношенням. Відзначимо також, що ці твердження є тавтологіями за умови, що з концептів таксономій, які формують вказані твердження, може бути утворено множину з відношенням лінійного порядку.

Відношення лінійної упорядкованості  $\mathbf{p}$  на основі використання положень теореми Шпільрайна [4, 17] виводимо з відношення ациклічності:

$$x_i^j \gamma x_l^k \xrightarrow{\alpha} x_i^j p x_l^k \quad (3)$$

Також воно виводиться з відношення часткового порядку:

$$x_i^j p x_l^k \xrightarrow{\alpha} x_i^j p x_l^k \quad (4)$$

Тобто, для довільної онтологічної системи  $\mathbf{O}_{\text{md}}$  виду (1) завжди існує певна непорожня множина

істинних висловлювань, яка утворюється концептами цієї онтології за умови, що ці концепти впорядковані між собою множинними бінарними відношеннями виду:

$$r^m(x_i^j, x_l^k) \mid x_i^j \in X_i; x_l^k \in X_l; r^m \in R \neq \emptyset \quad (5)$$

які задаються множинним гіпервідношенням  $\mathbf{G}$ , що представлено, згідно семантики виразу (2), множинними бінарними відношеннями ациклічної впорядкованостями, часткової та надалі лінійної впорядкованості, і які задано над концептами множини таксономій  $\mathbf{T}$  онтологічної системи МД –  $\mathbf{O}_{\text{md}}$ .

Більш того, вираз (2) –  $\mathbf{T} = \mathbf{YoGoX}$ , який у загальному вигляді представляє процес формування таксономії, що структурно відображає змістовну частину МД, при заміні в його правій частині множини концептів  $\mathbf{X}$  на змінну  $x$ , яка визначає тільки один його концепт, має вигляд  $\mathbf{YoGoX}$ , що дозволяє визначити вираз (2), як певний редуктор [4, 8, 14] для множини концептів термінополя  $\mathbf{T}$ . Формально це представимо у наступному виразі:

$$\mathbf{T} = \mathbf{YoGoX} \Rightarrow \langle \mathbf{YoGoX}_1, \mathbf{YoGoX}_2, \dots, \mathbf{YoGoX}_i \mid 1 \leq i \leq \text{card}(\mathbf{T}) \rangle \quad (6)$$

Фактично вираз (2), на основі застосування до його складових редукції виду (6), відображаємо у вигляді частково впорядкованої послідовності виразів виду (3)–(5), і за рахунок цього отримуємо множини частково впорядкованих пар концептів  $\{(x_i; x_j) \mid 1 \leq i, j \leq \text{card}(\mathbf{T})\}$ , які й створюють таксономію для змістовної частини МД.

Відзначимо також, що до складу концептів, які зв'язуються між собою гіпервідношенням  $\mathbf{G}$  у тілі редуктора (6), входять такі, які визначають контексти самих концептів у термінополі  $\mathbf{T}$ . Тобто редуктор, крім встановлення бінарних відношень множинної часткової впорядкованості між концептами, також встановлює вказані відношення між їх контекстами. Ця властивість редуктора (6) саме і забезпечує множинність відображення послідовності викладання змісту в онтологічному посібнику. Тобто завжди можна знайти непорожню множину концептів онтологічної системи МД, де існує хоча б один з типів відношень упорядкованості виду (3)–(5), і концепти, пов'язані таким відношенням, можуть утворювати істинні висловлювання. Отже, ці умови задають індуктивність процесу формування множин концептів, між якими встановлюються гіпервідношення  $\mathbf{G}$  і фактично

конструюється таксономія та/або таксономічна категорія. Індуктивність процесу формування таксономії  $\hat{T}$  задається послідовністю застосування редуктора (6) до множини концептів МД, як певної онтологічної системи  $O_{md}$ .

Перехід від декларативності онтологічної системи до імперативності її концептів та їх композицій в лікувально-діагностичному процесі може визначити його особливості. Імперативне представлення забезпечує формування його операційності, що може бути представлено у вигляді системи **{дія результати}** [8, 13, 14]. Вказаний тип системи визначається як натуральний – **Snat**. Будь-яка натуральна система може бути представлена за умови існування не пустої множини можливих наборів дій – **F** [8, 14]. Множина **F** тут включає функції інтерпретації, які визначають онтологічну систему МД –  $O_{md}$ .

Виходячи з визначень онтологічної та натуральної систем і семантики виразів (1) і (2), можемо стверджувати, що для онтологічної системи МД –  $O_{md}$  завжди можна знайти набір дій  $F_k \subset F$ , таких, що завжди існує хоча б одне непустий  $f^i \in F_k$  – таке, що існує також як набір концептів  $X_j$ , для яких  $f^i(x_1, x_2, \dots, x_n) \in F_k$ . Тобто для елементів множини концептів **X** завжди знайдеться відповідний непустий набір дій із множини **F**.

Відповідно до [8], такі множини можуть бути або замкнуті, або відкриті. Надалі будемо розглядати відкриті множини дій, тому що для кожної множини властивостей **R** у натуральній системі можливе визначення більш нового концепту  $x_{n+1}$  для множини **X** – такого, що існує додаткова властивість  $r'$ , яка забезпечує виконання правила

$$f^i(x_1, \dots, x_n, x_{n+1}) \in F_k.$$

Такий набір дій відповідно до роботи [8] будемо визначати як узгоджений.

Зазначимо також, що якщо всі непусті декартові добутки множин **X** і **R** онтологічної системи МД  $O_{md}$  утворюють певну підмножину дій  $-F_t \subset F$ , які можуть бути представлені у вигляді певних тверджень, то на множині дій можливо задати певну множини висловлювань, яка також утворює натуральну систему. Конструктивним у визначенні натуральної системи **Snat** є той факт, що усі наведені множини утворюють певну онтологію виду (1).

У множині таксономій  $\hat{T}$ , що утворена на основі множин концептів і множинної бінарної гіпервластивості, завжди можна виділити непорожню підмножину таксономій  $\hat{T}' \subset \hat{T}$ . Ця підмножина таксономій є спільною як для натуральної системи

**Snat**, так і для онтології  $O_{md}$  і зберігає бінарні відношення. Тоді завжди можна знайти непорожню множини відображень  $\bar{G}$ , що здійснює опис натуральної системи **Snat** в онтологію  $O_{md}$ . Також завжди при заданих умовах формування множини таксономій  $\hat{T}$  можна знайти множини зворотних відображень  $\bar{G}-1$ , що переводять опис онтології в опис натуральної системи **Snat**:

$$\bar{G} : \text{Snat} \Rightarrow O_{md}. \quad (7);$$

$$\bar{G}-1 : O_{md} \Rightarrow \text{Snat}. \quad (8);$$

Таку взаємодію між натуральними системами і онтологіями будемо називати двоїстою.

Конструктивність представлених положень двоїстості, що описують взаємодію таких категорій, як натуральна система і онтологія, полягає в тому, що ми можемо завжди побудувати впорядковану послідовність відображень між множинами, які складають **Snat** і  $O_{md}$ . При цьому поняття **дія і результат**, описувані в термінах концептів цих категорій, можуть бути виражені у вигляді впорядкованої послідовності тавтологій. Тобто застосування до множини концептів онтології  $O_{md}$ , над якими задані бінарні відношення виду (3)–(5), будь-якого погодженого правила з множини дій **F** типу  $f^i(x_1, x_2, \dots, x_n) \in F_k$  дозволяє для довільної натуральної системи **Snat** завжди визначити непорожню множини тавтологій, що може бути розширена новою тавтологією. Таким чином, при використанні онтологій в процесі формування лінійно-впорядкованих таксономій можна виконувати підстановку множин висловлювань, які задаються на множині концептів натуральної системи у вигляді тавтологій. Тоді при застосуванні правил двоїстості відображення (7) і (8) онтологічної системи (1) до натуральної визначаються умови формування послідовності виконання лікувальних дій пацієнтів, які формулюються у вигляді послідовності тавтологій, що утворюються з концептів понятійної системи МД.

Підсумовуючи наведене вище, підкреслимо, що в процесі формування онтологічної системи МД  $O_{md}$ , семантичну основу якої складають термінополе **T**, таксономія та гіпервідношення множинної часткової впорядкованості **G**, усі її концепти поділяються на класи **K**, за визначеними відношеннями між собою та властивостями, які їх визначають [1]. Всі ці відношення та властивості й складають множини відношень між концептами – **R**, яка утворює онтологічну систему МД –  $O_{md}$ . І ця множина відношень визначає певні функції онтологічної системи МД, що інтерпретують множини дій, які

можуть бути застосовані до концептів, як об'єктів певної теорії.

Фактично таксономія онтологічного МД формується на основі множини класів, на які можна розбити його термінополе. Кожен такий клас являє собою підмножину концептів онтологічної системи, які мають певну спільну властивість. Більш того, ім'я кожного класу являє собою складний концепт онтологічної системи. Тоді згідно визначення онтології (1) та спільної властивості, за якою концепти об'єднуються у певні класи, можна визначати їх функціональність –  $f^i(x_1, x_2, \dots, x_n) \in F_k$ . Зрозуміло, що ці підмножини класів можуть мати непустий перетин, тому що певні концепти можуть бути елементами різних класів термінополя, що визначається множинністю гіпервластивості **G** термінополя онтологічної системи МД.

Безпосередньо процес формування онтологічної системи МД включає такі дії:

- визначення термінополя на основі контент-аналізу усього змісту МД як пасивної системи знань;
- формування множини таксономій  $\mathcal{T}$  на основі формування множинних бінарних відношень між концептами термінополя на основі застосування редукції гіпервідношення **G**, що задає множинну часткову впорядкованість усіх понять-концептів, які визначають його контент за змістом;
- визначення множин функцій виду  $f^i(x_1, x_2, \dots, x_n) \in F_k$ , інтерпретуючих усі можливі дії концептів онтології, які представлені у множині класів термінополя **K**;
- визначення натуральної системи **Snat**, яка відповідає умовам подвійності (7) та (8) щодо онтології **O<sub>md</sub>**, як імперативної системи, в середовищі якої забезпечується операційність практичної діяльності лікарів і лікування пацієнтів.

Онтологічна система медичного документу – формальна специфікація концептуалізації контенту та лікувально-діагностичних завдань, що відбувається у контексті теорії предметної використовуваної дисципліни. При цьому під концептуалізацією розумітимемо, крім збору понять, також всю інформацію про ці поняття – властивості, відношення, обмеження та твердження про поняття, що необхідні для опису та вирішення завдань управління знаннями в ході підтримки лікувальної діяльності. Основу таксономії онтологічної системи, як певної множини об'єктів, що створюють певну групу на основі ієрархічних відношень, складає

категорія об'єктно-орієнтованого класу. Редукція онтологічної системи виду (6), що реалізується у вигляді бінарного оператора її натуральної системи на основі множинних відношень таксономії, забезпечує інтерактивну інтеграцію змісту МД з іншими інформаційними ресурсами, включаючи як мережні інформаційні системи, так і просто текстові документи.

На основі універсальності певних властивостей онтологій можна зробити такий висновок: усі семантичні утворення формованого типу онтологічної моделі можна представити у вигляді множини істинних висловлювань та/або тверджень, що зв'язують концепти онтології. При цьому всі ці твердження можуть мати тривіальний вид, тобто бути представленими тільки двома пов'язаними концептами. Дане твердження також підкреслює рекурсивність властивостей онтології, тобто будь-який концепт може мати складну структуру, яку завжди можна розкласти на складові тривіальні твердження.

Рекурсивність [4, 8] представлення семантичних утворень як множин композицій з концептів у вигляді істинних тверджень дозволяє застосовувати для їх опису різні за рівнем формалізації мовні моделі. Дійсно, при вирішенні конкретної задачі виконуються дії, пов'язані з аналізом вихідних даних, визначенням використовуваних в процесі її вирішення аксіом і правил-теорем, формулюванням кожного проміжного стану процесу рішення тощо. І кожен такий опис може бути представлений у вигляді конкретного висловлювання та/або твердження в термінах використовуваної для її вирішення теорії. Власне конструкції, що описують стан процесу вирішення задачі, можуть бути представлені різною термінологією – природно-мовною, предикативними формулами, рівняннями різного виду і типу, графічними схемами тощо. Онтологічна система, в середовищі якої можлива реалізація такого гібридного мовного представлення сценарію знаходження рішення, повинна володіти складними засобами синхронізації синтаксичних описів як використовуваних концептів, так і самих тверджень, що представляють конкретні стани вирішення лікувального завдання.

Визначимо поняття взаємодії між компонентами онтологічної системи МД. Під взаємодією будемо розуміти будь-яке непусте твердження, що пов'язує конкретною дією компоненти онтологічної системи. Під дією розуміється будь-яке перетворення, пов'язане з концептами онтології. Прикладом може

бути встановлення істинності висловлювання, побудованого з концептів, визначення типу відношень між ними, формулювання та/або доказ істинності певного твердження. Поняття взаємодії дозволяє розглянути процес синхронізації на основі виділення певних інваріантів, які певною мірою впливають на стан взаємодії онтологічних системних компонентів: концептів, їх властивостей і відношень між ними, правил поведінки з ними в рамках певних теорій. Зрозуміло, що такі інваріанти беруть безпосередню участь у взаємодії компонентів онтологічних систем.

Категорія *взаємодія* передбачає участь у формуванні ситуації як мінімум двох системних компонент онтології, де кожна із компонент може чинити одна на іншу певні дії. Прикладом впливів концептів один на одного можуть бути сформовані прості предикативні висловлювання і/або істинні тривіальні твердження.

При цьому варто відмітити, що таксономічні структури виду (2) та (6) онтологічної системи МД, як підмножини концептів, можуть бути представлені у вигляді наборів послідовностей різної довжини, що становлять послідовність  $2^x$ . Тоді в множині функціоналів  $F$  можна завжди визначити як мінімум одну впорядковану функцію  $F_p$  на послідовності  $2^x$ . Функція  $F_p$  має властивість адитивності, порядкоадитивності і монотонності [18]. Справедливим буде твердження, що серед концептів термінополя  $T$  завжди можна знайти концепт  $x \in X$ , такий що:

$$F_p(X) = \max F_p(T) \quad (9)$$

Тобто, підбираючи тип відношення упорядкованості, як декартовий добуток концептів, ми завжди можемо визначити послідовність з концептів  $x$ , пов'язаних цим типом відношення бінарної упорядкованості, та визначити позиціонування кожного концепту. Тоді можна визначити непусту кінцеву множину впливів  $Q$  [8], таку, що її елементи  $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$  визначають множину наслідків  $\psi$  використання концептів онтології. Зазначена множина наслідків дозволяє задати множину причинно-наслідкових відношень –  $\Lambda$  між множинами  $X, R$  і  $F$ . Таким чином, впливи концептів один на одного можуть бути ініційовані на основі вибору певного причинно-наслідкового відношення. Самі причинно-наслідкові відношення встановлюються між конкретними парами концептів, які можуть належати до різних таксономій. Тоді вплив на конкретні набори концептів може бути ініційований

активним використанням обраної на основі умов впливу таксономії.

Причинно-наслідкові відношення можуть бути визначені відображенням:

$$QxX \Rightarrow \psi xT \quad (10)$$

Відповідно застосування функції впорядкованості – вираз (9) та відображення виду (10) дозволяють задати послідовність  $2^x$  при визначенні умов формування таксономій  $T$ , і тим самим визначити розкладність множини концептів  $X$  по множині наслідків  $\psi$  та по підмножині причинно-наслідкових відношень. Тобто активність онтологічних систем МД визначається процесом формування множинності станів взаємодії на основі визначення умов впливу компонентів, що її утворюють – концептів і їх впливу один на одного як на індивідуальному, так і на множинному рівнях.

На кожному етапі формування стану взаємодії учнів зі змістом МД завжди реалізуються наступні дії – *аналіз, синтез, вибір*. Опис зазначених дій реалізується в термінах використовуваної на даний момент теорії. Причому зазначені види дій можна визначити як *інваріанти*, що представляють практично будь-який стан взаємодії.

Очевидним є факт представлення інваріантів у вигляді тверджень, сформованих з концептів онтології, а оскільки концепти онтології пов'язані між собою певними відношеннями, слід розглянути аспект їх асоціативності. Це дозволяє відійти від розгляду синтаксичних конструкцій, що пов'язують концепти онтології, і будувати аналіз умов їх застосовування в кожному конкретному стані взаємодії на основі їх властивостей. Іншими словами, визначення порядку, використовуваного при взаємодії концепту (вираз (2)), і побудова таксономічних структур онтології, як інформаційного базису формування істинних тверджень (вираз (6)), забезпечують подання формованих станів взаємодії в довільній синтаксичній конструкції. Головне, щоб правила побудови цих конструкцій були представлені в аксіоматиці онтологічної системи. Синхронізація між станами реалізується за рахунок властивості асоціативності, яка визначається для концептів онтології як гіпервідношення множинної слабкої упорядкованості [8].

Властивість асоціативності дозволяє розглядати функцію виразу (9) як сепарабельну. Тобто всі інваріантні по відношенню до станів онтологічної системи дії можуть бути застосовані окремо та без урахування значень порядкової функції при виборі умови впливу.

Слабка впорядкованість тільки задає порядок розгляду множини впливів  $q_i \in Q$   $| 1 \leq i \leq n$  при формуванні станів, але не визначає порядок послідовності між ними та їх ієрархічну підпорядкованість. Ієрархічність, що віддзеркалюється множинами таксономій  $T$ , визначається відношеннями лінійної упорядкованості.

На основі множинних відношень між концептами таксономій визначається область застосування інваріантних дій при формуванні станів взаємодії онтологічної системи. Особливу роль тут грає дія вибору. Цей онтологічний інваріант визначається функцією вибору –  $F_{sel}(X)$  [5, 8, 14], що задана над концептами, між якими визначено множинне бінарне відношення часткової упорядкованості –  $R_p \subseteq R$ .

$$Q \times R_p = F_{sel}(X) \Rightarrow \psi \times T \quad (11)$$

Практично ініціалізація впливу на будь-який концепт або категорію онтологічної системи визначається інваріантною дією вибору. Тим самим породжується певна функція вибору, яка задається над таксономічними структурами онтологічної системи. Первинним є вибір таксономічної структури. Причому первинність має певну подвійність – вибір концептів при формуванні множини таксономій онтологічної системи і вибір безпосередньо таксономії для формування станів взаємодії. Безпосередньо вибір реалізується на основі послідовного застосування функції порядку (9) до певної підмножини  $X' \subseteq X$ .

Функція вибору виду (11) детермінована і забезпечує формування таксономій на основі використання відношення множинної упорядкованості і причинно-наслідкових зв'язків –  $\Lambda$ . Дотримання зазначених дій і умов їх здійсненості виду (2), (6), (9)–(11) забезпечує на етапі формування станів взаємодії формування істинних тверджень, як семантичних утворень онтологічної системи. Сам вибір здійснюється в два елементарних етапи:

- 1) реалізується аналіз властивостей концепту  $i$ ;
- 2) генерується бінарне відношення упорядкованості, що зв'яже елементи онтології: *концепт – концепт*; *концепт – властивість – відношення*; *концепт – функція – правило*.

Рекурсивне застосування функції вибору за обраними відношеннями упорядкованості є правилом побудови таксономічної структури онтологічної системи. Сам вибір може бути представлений певним методом. До переліку таких методів відносять: скалярно-оптимізаційний, векторно-оптимізаційний, графо-домінантний та інші [5, 8].

Ефективність застосування кожного з них залежить від багатьох умов. Так, при формуванні таксономічних структур найбільш оптимальним є графо-домінантний. Цей метод використовує множинну впорядкованість концептів і їх властивостей. У випадку, коли відповідний вибір концептів здійснюється за умови існування умови екстремальності, найбільш доцільним є скалярно-оптимізаційний метод. Якщо властивості концептів онтологічної системи можуть утворювати множину Парето [5], то найбільш доцільним методом є векторно-оптимізаційний. Причому перевагою останнього методу є можливість ініціювати вплив на категорію властивостей концептів онтології. Домінуючим впливом на формування стану взаємодії онтологічної системи є об'єднуюча властивість, що виділяється як ознака. Відображенням сформованого стану взаємодії є конкретна таксономія з обраних концептів онтології.

Як видно, всі стани взаємодії онтологічної системи формуються на основі функцій вибору, аналізу та синтезу. Більш того, всі етапи включають в себе вплив категорії онтологічної системи, на підставі якого реалізується раціональний вибір стану. Оскільки функція раціонального вибору має властивості спадкування, незалежності за вибором варіантів і сепарабельності, то справедливим є твердження: всі стани взаємодії онтологічної системи володіють перерахованими властивостями функції вибору. Така властивість онтології дозволяє знаходити еквівалентні стани взаємодії при вирішенні медичних завдань. Цей висновок дозволяє нам стверджувати, що будь-який онтологічний підручник являє собою інтерактивну базу знань і є основою створення певної дисциплінарної теорії [4, 19].

Застосування вказаних вище дій, щодо формування онтологічної системи МД, забезпечує формування *глосарію, таксономії, тезаурусу, інтерактивної системи знань*.

Глосарій безпосередньо є певним представленням таксономії МД, у якій над концептами задано бінарне відношення лінійної впорядкованості. Цю впорядкованість можна визначити як лексикографічну [12]. Тоді процес формування глосарію полягає у визначенні над усім термінополем МД, як множиною концептів, вказаного лексикографічного впорядкування.

Кожна таксономія є ієрархічним розташуванням концептів-понять, що має часткове та лінійне впорядкування. Тобто кожна таксономічна структура

може бути представлена у вигляді графа без циклів, над вузлами якого, що мають вхідні та вихідні стрілки, може бути визначена множинна бінарна часткова впорядкованість. Такі графи також називають пірамідальними мережами [3, 14]. Таксономія формується на основі застосування до усіх концептів термінополя та їх контекстів, що є певними дефініціями, правила редукції (7). Редукція, яка є певним бінарним відношенням, що виділено, на основі застосування правил (2)–(6), з гіпервідношенням множинного часткового впорядкування, забезпечує виділення класів та створення ієрархічних ланцюгів у структурному представленні взаємодії концептів онтологічної системи МД між собою. Множинність визначається альтернативністю вибору певних бінарних ланцюгів таксономічної структури. Фактично, головним завданням таксономії є утворення множинної ієрархії концептів термінополя онтологічного МД.

Відображення усієї категорії термінополя здійснює тезаурус, як словник, що відображає безпосередньо концепти, але з визначенням усіх типів семантичних відносин, які існують між ними, та їх дефініціями і контекстами. Фактично тезаурус повністю описує тематику знань предметної медичної дисципліни МД, але не досить повно відображає її функціональність.

Інтерактивна система знань (ІСЗ) – це певне операційне середовище, що забезпечує повномасштабну інтерактивну взаємодію лікарів і пацієнтів на основі інтерпретування всіх множин концептів та їх контекстів, які складають термінополе МД. Більш того, у її середовищі забезпечується виводимість певних тверджень, які формуються на основі встановлення між концептами бінарних відношень та подальшої побудови певних природно-мовних лексичних конструкцій, що відображають конкретну функціональність вибраних концептів. Процедури доведення лікарем істинності цих тверджень входять в операційне середовище його лікувальної діяльності. Безпосередньо також ІСЗ включає всі функції, що можуть бути визначені на основі множини властивостей концептів термінополя МД та бінарних відношень, які існують між ними.

В середовищі ІСЗ, що відображає зміст теоретичних положень щодо понять та фактів, які викладено у МД, забезпечується використання усіх дефініцій концептів-понять, зв'язування певними бінарними відношеннями усіх необхідних для вирішення лікувальних завдань контекстів, що розкривають сенс

кожного концепту-поняття онтологічної системи МД. Також забезпечується створення композиційних структур, які є складними якісними моделями процесів, що спостерігаються протягом усього лікування. Більш того, у середовищі ІСЗ забезпечується дослідження достовірності цих моделей на рівні доведення істинності тверджень щодо їх існування та функціонування.

Операційне середовище лікувальної діяльності лікаря фактично є відображенням натуральної системи **Snat**, яке на основі правила двоїстості є імперативним представленням онтологічної системи МД –  $O_{md}$ . Це забезпечує створення процедур інтерактивного використання функцій **F**, які визначаються, згідно визначення (1) онтологічної системи МД, на основі декартова множення множини концептів на множини їх властивостей та відношень, що між ними існують –  $F = X \otimes R$ .

Зрозуміло, що МД за своїм змістом повністю не спроможний відобразити усі положення теорії **Th**. Предметні дисципліни, в яких аксіоматика  $A_{th}$  включає досить великий перелік тверджень, що мають певний розмитий характер, ніколи не будуть досить повно описані в одному документі чи їх кінцевої множині. Тому виникає проблема розширення змісту певними положеннями теорії предметної дисципліни, що відображають сучасний стан її розвитку.

На рис. 2 представлено узагальнену схему формування онтологічної системи МД. Так, лінгвістичні процедури відповідного процесора забезпечують формування термінополя на основі контент-аналізу змісту його тексту. Результатом вказаного контент-аналізу, крім термінополя, є таксономія, класифікатор відношень та зв'язані між собою множинними бінарними відношеннями множини контекстів кожного поняття МД. Семантичні правила, які визначаються натуральною системою онтології МД, забезпечують формування класів понять та їх таксономій, зв'язування їх між собою відповідними множинними бінарними відношеннями та визначення функціоналу, що створює операціональне середовище онтологічної системи МД.

Як бачимо з рис. 2, в середовищі лінгвістичного процесору [12] на основі процедур контент-аналізу формуються глосарій та таксономія. У середовищі семантичного процесору формуються тезаурус та процедури інтерактивної взаємодії з кожним елементом термінополя, таксономії і тезауруса, як складових онтологічної системи МД, та створюються множинні бінарні відношення між ними і по-

няттями та їх контекстами. Це дозволяє визначити онтологічний МД, як інтерактивну систему знань. Також за рахунок виділення з множини множинних бінарних відношень редуктора виду (7), з врахуванням властивостей двоїстості (8) та (9), та умов, визначених правилом (12), фактично реалізується зв'язок між таксономією онтологічної системи МД та відібраними за певними критеріями мережними медичними інформаційними ресурсами. Головною рисою цих ресурсів є більш розширений контекстний опис понять, що існував раніше.

Розглянемо тепер онтологічний МД, як інструмент підтримки процесів взаємодії у інформаційно-медичному просторі.

Візуалізація взаємодії лікарів та пацієнтів полягає в автоматичній генерації коду за моделлю трансдисциплінарного онтологічного інтерфейсу (ТОІ) [12, 14], тобто, у відповідності до множинної часткової впорядкованості множин таксономічних та операціональних властивостей понять онтологічних моделей МД та відповідних медичних методик лікуван-

ня. Таксономічне розширення системи понять (термінополя онтологій медичних теорій, на основі тематичних положень яких формується відповідна методика лікування) забезпечує автоматичне включення в операціональне середовище діяльності лікаря та його пацієнта відповідних функцій. Це забезпечується за рахунок автоматичного встановлення відповідності між контекстами понять таксономії документів та функціональним забезпеченням онтологічної системи, яка концептуально відображає усю сукупність положень медичної теорії. Тобто, веб-сервіси інтерфейсу керуються моделлю онтології медичної теорії, яка реалізується у вигляді широкого набору програмно-інформаційних компонентів і складається зі статичної та динамічної частин. Статична частина містить шаблони файлів, у яких описуються множинні ієрархії між поняттями онтологічної системи усієї медичної теорії, а динамічна частина містить алгоритми інтерпретації їх функціональних властивостей.

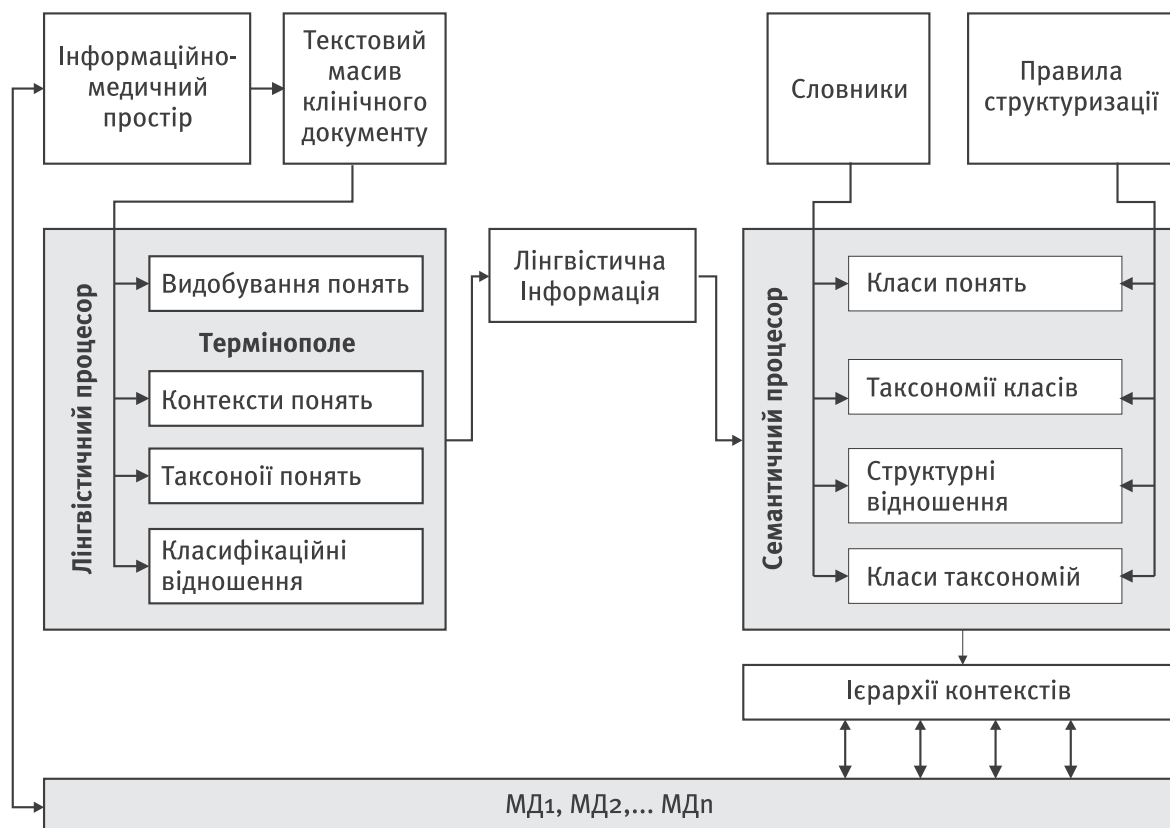


Рис. 2. Узагальнена схема формування онтологічної системи МД

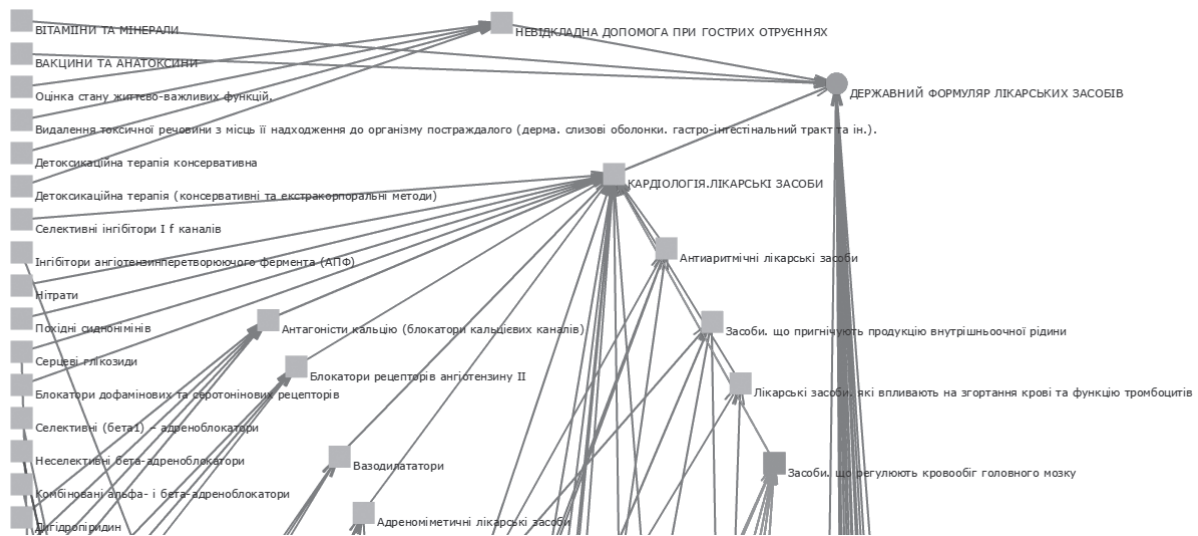


Рис. 3. Об'єктне відображення елементів трансдисциплінарного онтологічного інтерфейсу на множині МД

Новизна і відмінна особливість цього підходу до створення ТОІ, який забезпечує взаємодію зі множиною медичних документів полягає в тому, що вона розглядається як певна інтерактивна система медичних знань. Тоді її представлення у вигляді онтології, над понятійною системою якої задано гіпервідношення часткового впорядкування виду (6), забезпечує динамічне формування взаємовідношень між усіма медичними документами, які характеризують різні стани здоров'я пацієнтів. Об'єктне відображення елементів трансдисциплінарного онтологічного інтерфейсу на множині медичних документів представлено на рис. 3.

Елементами ТОІ слугують контексти понять онтологічної системи МД –  $O_{md}$ . Візуальним представленням об'єкту онтології є зображення (рисунок, фотографія тощо), джерело знаходження якого вказано у відповідній вершині онтографу. Порядок об'єктного відображення (у вигляді галереї зображень) понять предметної області на полотні (екрані) залежить від внутрішньої організації вершин в онтографі.

Текстовий опис об'єкту онтології та посилання на джерела розподілених інформаційних ресурсів відображаються поряд із зображенням та мають загальний стиль для всіх об'єктів (розмір та стиль шрифту, позиція по відношенню до зображення, посилання на інформаційні ресурси різних форматів тощо).

Об'єктне відображення елементів ТОІ виконується за рахунок програмної обробки для:

1) побудови деревовидного представлення онтографу, що слугуватиме елементами меню навігації по класам об'єктів МД;

2) знаходження в «базі даних» кожної вершини онтографу контекстів відповідних вершині понять – зображення, текстовий опис тощо;

3) формування порядку розміщення контекстів усіх понять МД відповідно до порядку розташування вершин онтографу;

4) створення списку споріднених понять інтерфейсу на основі аналізу відношень зв'язків між контекстами понять, що представлені вершинами онтографу;

5) підготовки понять МД та їх контекстів для відображення з врахуванням їх ієрархій.

Множина онтологічних систем МД  $\{O_{md}\}$  може бути досить конструктивне представлена у вигляді інтерактивної карти. Таксономії в середовищі геоінформаційної системи, які забезпечують групування класів об'єктів множин онтологій МД, відповідають шарам тематичної карти, в ролі якої виступають анатомічні чи системні уявлення, а самі об'єкти, які входять до відповідного класу – об'єктам шару. Таксономія об'єктів онтології, що відповідає легенді карти, формується на основі встановлення відношень між поняттями та класами «частина – ціле».

На основі декларування приналежності поняття до класу онтології встановлюється приналежність об'єкту до тематичного шару карти. Тоді множина усіх допустимих тавтологій складається з тверджень щодо приналежності концептів-понять до певної таксономії. Тавтології формуються на основі зв'язування концептів класів, які мають імена таксономій.

Опис об'єкту на карті обмежений полями атрибутивної інформації, а сервіс вкладень дозволяє при-

кріпити лише ту інформацію, що фізично наявна у користувача. Завдяки об'єднанню різних типів баз даних в онтологічну систему, атрибути об'єктів можуть бути представлені не лише у табличному вигляді, а й у текстовому та у вигляді гіперпосилань на розподілені в мережі інформаційні ресурси.

Поєднання онтології та тематичної карти дозволяє розширити та доповнити інформаційні описи понять-об'єктів на основі мережних інформаційних ресурсів, розподілених в Internet, а вбудована в онтологію пошукова машина – значно розширити тематичний зміст відображення множини медичних документів. Таке поєднання дозволяє створити єдине медичне інформаційно-аналітичне середовище, яке перманентно поповнюється доробками територіально розподілених користувачів різних напрямків досліджень.

На основі запропонованого методу можливо реалізувати взаємодію користувачів медичної інформаційної системи з інформаційними ресурсами та системами в єдиному інформаційному середовищі через ТОІ [12], що включає:

- опис об'єктів предметної області задачі шляхом семантичного аналізу множини текстових документів за обраною тематикою, контекстно-орієнтовану тематичну класифікацію та каталогізацію інформації; автоматичне створення списків пов'язаних слів (груп термінів, які найбільш характерні для документа чи групи документів та пов'язані між собою за змістом);
- створення таксономій об'єктів предметної області задачі на основі їх класифікації;
- візуалізацію автоматично побудованої мережі понять у веб-браузерах, за рахунок чого досягається кросплатформеність представлення результатів; редагування мережі понять: додавання, вилучення, перейменування об'єктів та зв'язків між ними, зв'язування об'єктів із зовнішніми ресурсами, визначення ступеня зв'язку між об'єктами, перегляд фрагментів мережі заданої глибини та шляхів між окремими об'єктами;
- візуалізацію об'єктів онтології предметної області (об'єктне відображення) у вигляді елементів інтерфейсу та в середовищі геоінформаційної системи за рахунок програмної обробки на основі «сканування» онтографу для підвищення ефективності сприйняття та наочності.

Інформаційна технологія онтологічної взаємодії забезпечує підвищення ефективності вирішення прикладних задач з використанням аналітичних

можливостей геоінформаційних систем різного рівня та призначення за рахунок інтеграції інформаційних систем та агрегації розподілених мережних інформаційних ресурсів в єдину багатофункціональну онтолого-керовану систему.

Використання технології онтологічної взаємодії дозволяє значно розширити уявлення про логіку обґрунтування лікувального процесу і використання міждисциплінарних зв'язків на основі розподілених інформаційних ресурсів і засобів багатокритеріального аналізу та пошуку семантично зв'язаних інформаційних масивів. Створюється єдине понятійне інформаційно-аналітичне середовище взаємодії, яке перманентно поповнюється доробками територіально розподілених користувачів різних напрямків.

Отже, інформаційна технологія взаємодії користувача медичної інформаційної системи через трансдисциплінарний онтологічний інтерфейс забезпечує:

- оперативну організацію взаємодії користувачів з джерелами інформації, що описує предметну область вирішення задач, або між собою на основі схожості сфер інтересів;
- розширення списку джерел та споживачів різної інформації в межах предметної області або сфер інтересів;
- обмеження доступу до інформаційних ресурсів рамками конкретної предметної області або сфери інтересів у зв'язку з розв'язанням попередньої задачі;
- встановлення належності конкретного джерела або споживача відповідного інформаційного ресурсу до декількох предметних областей;
- оперативний пошук необхідних інформаційних ресурсів засобами пошукових платформ та мовних корпусів;
- взаємодію користувачів в рамках не пустої множинності медичних методик лікування з можливістю її розширення;
- підтримку процесу рішення задач засобами візуалізації та аналізу об'єктів дослідження в середовищі геоінформаційної системи.

Таким чином, онтологічна система МД перетворює його за змістом у мережецентричну інтерактивну систему знань. Технологічно це забезпечує динамічну агрегацію усіх доступних інформаційних джерел на основі інтеграції таксономій, контексти понять яких пов'язані між собою редуктором множинних бінарних відношень, що визначаються у лікувальному процесі. Більш того,

фактично розширюється операціональний простір діагностичної та лікувальної діяльності. Тобто, можна стверджувати, що множина онтологічних систем МД {Omd} є технологічною платформою єдиного інформаційного медичного середовища, котре може бути імплементовано у довільний цифровий простір, що забезпечує операційність інформаційного суспільства.

#### Висновки.

1. Онтологічні системи можуть стати системоутворюючими інструментами електронних медичних ресурсів і тим самим забезпечити формування нової парадигми надання медичних послуг, перш за все – в напрямку мобільної медицини. Це дозволить, не порушуючи цілісність і процедурну повноту лікування, забезпечити динамічне відображення стану пацієнтів на основі впорядкування послідовності відображення використовуваних понять.

2. Використання множинного відношення часткової впорядкованості, що має властивості редукції, повністю може визначити функціональні

властивості онтологічної системи МД і тим самим визначити її операційне середовище. Відношення множинної часткової впорядкованості дозволяє чітко задати умови раціонального вибору, забезпечити аналіз і синтез інформаційних масивів, що були використані, та, на основі застосування методу конверсії їх таксономій, визначити умови актуалізації конкретних концептів, їх класів і властивостей.

3. Визначення для онтологічних систем множинних відношень упорядкованості дозволяє формувати стани взаємодії на основі таких функціональних дій, як аналіз, синтез, вибір. Зазначені функції є інваріантними для будь-якого стану онтологічної системи. Причому властивості функції вибору дозволяють представляти описи різних станів взаємодії, включаючи пов'язані між собою відношеннями й умовами, в термінах різних медичних теорій. Слід також відзначити конструктивність властивостей функції вибору, що виражені в їх спадкуванні станами взаємодії компонентів онтологічної системи.

#### Література.

1. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения / Г. Буч ; пер. с англ. – М.: Конкорд, 1992. – 519 с.
2. Величко В. Автоматизированное создание тезауруса терминов предметной области для локальных поисковых систем / В. Величко, П. Волошин, С. Свитла // «Knowledge – Dialogue – Solution» International Book Series «INFORMATION SCIENCE & COMPUTING», No. 15. – Sofia : FOI ITNEA. – 2009. – P. 24–31.
3. Гладун В. П. Процессы формирования новых знаний / В. П. Гладун. – София : СД «Педагог 6», 1994. – 192 с.
4. Клини С. К. Введение в метаматематику / С. К. Клини. – М. : Иностранная литература, 1957. – 526 с.
5. Корпусна лінгвістика / В. А. Широков, О. В. Булгаков, Т. О. Грязнухина [та ін.] – К. : Довіра, 2005. – 471 с.
6. Коршунова С. О. Роль тезаурусного моделирования в организации терминополья «ТЕХТ-ТЕКСТ» / С. О. Коршунова // Вестник Иркутского государственного лингвистического университета. – 2009. – № 1 – С. 116–124.
7. Котюрова М. П. Стилистика научной речи / М. П. Котюрова. – М. : Академия, 2010. – 240 с.
8. Малишевский А. В. Качественные модели в теории сложных систем / А. В. Малишевский. – М. : Наука. Физматлит, 1998. – 528 с.
9. Мінцер О. П. Про загальне впорядкування медико-біологічних знань. Створення онтології / О. П. Мінцер, Л. Ю. Бабінцева // Медична інформатика та інженерія. – 2014. – № 2. – С. 5–8.
10. Мінцер О. П. Використання принципів медичної онтології для побудови сценарних моделей післядипломного навчання лікарів і провізорів / О. П. Мінцер,

О. Є. Стрижак, С. В. Денисенко // Медична інформатика та інженерія. – 2013. – № 2. – С. 18–23.

11. Микони С. Д. Теория и практика рационального выбора : монография / С. Д. Микони. – М. : Маршрут, 2014. – 463 с.
12. Попова М. А. Онтологічний інтерфейс як засіб представлення інформаційних ресурсів в ГІС-середовищі / М. А. Попова, О. Є. Стрижак // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. – 2013. – (Серия «География»). – Т. 26 (65), № 1. – С. 127–135.
13. Рубинштейн С. Л. О мышлении и путях его исследования / С. Л. Рубинштейн. – М., 1958. – 142 с.
14. Стрижак О. Є. Трансдисциплінарна інтеграція інформаційних ресурсів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : спец. 05.13.06 «Інформаційні технології» / О. Є. Стрижак. – Київ, 2014. – 47 с.
15. Шаталкин А. И. Таксономия. Основания, принципы и правила / А. И. Шаталкин. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 600 с.
16. Boone K. W. The MDA™ Book / K. W. Boone. – London : Springer-Verlag, 2011. – 328 p.
17. Gruber T. R. A translation approach to portable ontology specifications / T. R. Gruber // Knowledge Acquisition. – 1993. – Vol. 5, No. 2. – P. 199–220.
18. Guarino N. The ontological level / N. Guarino // Philosophy and the Cognitive Sciences / R. Casati, N. Smith, G. White (eds.). – Vienna : Holder-Pichler-Tempsky, 1994. – P. 443–456.
19. Wesensten N. J. Cognitive readiness in network-centric operations / N. J. Wesensten, G. Belenky, T. J. Balkin // Parameters. – 2005. – Vol. 35, No. 1. – P. 94–105.

**References.**

1. Buch, G. (1992). Ob'ektno-orientirovannoe proektirovanie s primerami primeneniya [Object-oriented design with application examples]. Moscow: Konkord [In Russian].
2. Velichko, V., Voloshin, P., Svitla, S. (2009). Avtomatizirovannoe sozdanie tezaurusu terminov predmetnoi oblasti dlya lokal'nykh poiskovykh system [Automated creation of thesaurus terms in the domain for local search engines]. «Knowledge – Dialogue – Solution» International Book Series «INFORMATION SCIENCE & COMPUTING», 15. Sofia: FOI ITHEA [In Russian].
3. Gladun, V. P. (1994). Protsessy formirovaniya novykh znaniy [The formation of new knowledge]. Sofiya: «Pedagog 6» [In Russian].
4. Kleene, S. C. (1957). Vvedenie v metamatematiku [Introduction to metamathematics]. Moscow: Inostrannaya literatura (Foreign literature) [In Russian].
5. Shirokov, V. A., Bulgakov, O. V., Gryaznukhina, T. O., Kostishin, O. M., Krigin, M. Yu. (2005). Korpusna lingvistika [Corpus linguistics]. Kyiv: Dovira [In Ukrainian].
6. Korshunova, S. O. (2009). Rol' tezaurusnogo modelirovaniya v organizatsii terminopolya «TEXT-TEKST» [The role of thesaurus modeling in term field «TEXT-TEXT» organization]. Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo lingvisticheskogo universiteta (Bulletin of Irkutsk state linguistic university), 1, 116-124 [In Russian].
7. Kotyurova, M. P. (2010). Stilistika nauchnoi rechi [The style of scientific writing]. Moscow: Academy [In Russian].
8. Malishevskii, A. V. (1998). Kachestvennye modeli v teorii slozhnykh system [Qualitative models in the theory of complex systems]. Moscow: Nauka (Science). Fizmatlit [In Russian].
9. Mintser, O. P., Babintseva, L. Yu (2014). Pro zagal'ne vporiadkuvannya mediko-biologichnykh znan'. Stvorenniya ontologii [On the general regulation of medical and biological knowledge. Create an ontology]. Medichna informatika ta inzheneriya (Medical informatics and engineering), 2, 5-8 [In Ukrainian].
10. Mintser, O. P., Strizhak, O. Ye., Denisenko, S. V. (2013). Viktoristannya printsipiv medichnoi ontologii dlya pobudovi stsenarnikh modelei pislyadiplomnogo navchannya likariv i provizoriv [The use of medical ontology principles for building a scenario model of postgraduate training of doctors and pharmacists]. Medichna informatika ta inzheneriya (Medical informatics and engineering), 2, 18-23 [In Ukrainian].
11. Mikoni, S. D. (2014). Teoriya i praktika ratsional'nogo vybora [Theory and practice of rational choice]: a monograph. Moscow: Marshrut [In Russian].
12. Popova, M. A., Strizhak, O. Ye. (2013). Ontologichniy interfeis yak zasib predstavleniya informatsiinykh resursiv v GIS-seredovishchi [Ontological interface as a means of presenting information resources in the GIS]. Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo (Scientific notes of Taurida National V. I. Vernadsky University), 26(1), 127-135 [In Ukrainian].
13. Rubinshtein, S. L. (1958). O myshlenii i putyakh ego issledovaniya [On the thinking and ways of its study]. Moscow [In Russian].
14. Strizhak, O. Ye. (2014). Transdistsiplinarna integratsiya informatsiinykh resursiv [Transdisciplinary integration of information resources]: synopsis dis. d-r tech. sci.: specialty 05.13.06 «Information Technology». Kyiv [In Ukrainian].
15. Shatalkin, A. I. (2012). Taksonomiya. Osnovaniya, printsipy i pravila [Taxonomy. Foundations, principles and rules]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK (Association of Scientific Publications KMK) [In Russian].
16. Boone, K. W. (2011). The MDA™ Book. London: Springer-Verlag.
17. Gruber, T. R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition, 5(2), 199-220.
18. Guarino, N. The ontological level (1994). In R. Casati, N. Smith, G. White (eds.) Philosophy and the Cognitive Sciences (pp. 52-67). Vienna : Holder-Pichler-Tempsky.
19. Wesensten, N. J., Belenky, G., Balkin, T. J. (2005). Cognitive readiness in network-centric operations. Parameters, 35(1), 94-105.

УДК 61:007:004:621.395/.397:340.134(438)  
DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2016.3.6753>

## ПРОБЛЕМА ЗАХИСТУ ТЕЛЕМЕДИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ: НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ АСПЕКТИ З ДОСВІДУ РЕСПУБЛІКИ ПОЛЬЩА

В. П. Марценюк<sup>1</sup>, Н. Я. Климук, І. С. Гвоздецька

<sup>1</sup>Університет Бельсько-Бялої, Республіка Польща  
ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет  
імені І. Я. Горбачевського МОЗ України»

В роботі вивчається проблема захисту телемедичної інформації. Проведено класифікацію медичних даних з урахуванням діючих стандартів в аспекті захисту інформації в процесах як авторизації користувачів, так і безпеки опрацювання медичної інформації. Докладно вивчені питання захисту інформації в процесах як стаціонарного, так і амбулаторного лікування. Представлено чинну законодавчу базу щодо захисту телемедичної інформації Республіки Польща.

**Ключові слова:** телемедицина, захист медичної інформації, нормативна база телемедицини, система охорони здоров'я Польщі.

## ПРОБЛЕМА ЗАЩИТЫ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ: НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ИЗ ОПЫТА РЕСПУБЛИКИ ПОЛЬША

В. П. Марценюк<sup>1</sup>, Н. Я. Климук, И. С. Гвоздецкая

<sup>1</sup>Университет Бельско-Бялой, Республика Польша  
ГВУЗ «Тернопольский государственный медицинский университет  
имени И. Я. Горбачевского МЗ Украины»

В работе изучается проблема защиты телемедицинской информации. Проведена классификация медицинских данных с учетом действующих стандартов в аспекте защиты информации в процессах, как авторизации пользователей, так и безопасности обработки медицинской информации. Детально изучены вопросы защиты информации в процессах как стационарного, так и амбулаторного лечения. Представлена действующая законодательная база относительно защиты телемедицинской информации Республики Польша.

**Ключевые слова:** телемедицина, защита медицинской информации, нормативная база телемедицины, система здравоохранения Польши.

## ON PROBLEM OF TELEMEDICINE INFORMATION SECURITY: LEGISLATIVE AND ORGANIZATIONAL ASPECTS BASED ON EXPERIENCE OF REPUBLIC OF POLAND

V. P. Martsenyuk<sup>1</sup>, N. Ya. Klymuk, I. S. Gvozdetska

<sup>1</sup>University of Bielsko-Biala, the Republic of Poland  
I. Ya. Horbachevsky Ternopil Medical State University of Ministry of Health of Ukraine

In the work the problem of telemedicine information security is studied. Classification of medical data from viewpoint of existing standards for information security in processes of both users authentication and security of processing medical information is fulfilled. Topics of information security in processes of both closed and open treatment are studied in details. There is presented existing legislative documents with respect to telemedicine information security of Republic of Poland.

**Key words:** telemedicine, protection of health information, telemedicine regulatory framework, the Polish health care system.

**Вступ.** Телемедицина – тобто медицина «на віддалі» – найновіша форма надання медичних послуг і профілактичного огляду, що поєднує в собі елементи телекомунікації, інформатики та медицини. Використання нових технологій уможливує подолання географічних бар'єрів і обмін спеціалізованою інформацією. Пересилання зображень ЕКГ, УЗД та МРТ високої роздільної здатності уможливує встановлення діагнозу на місці, дистанційно віддаленому від того, де обстежується пацієнт (це стосується переважно радіології, кардіології і дерматології). Телемедицина використовується також в хірургії під час оперативних втручань – з метою так званої роботизації втручань.

Сучасна технологія, що використовує високопродуктивні процесори і алгоритми для цифрової обробки і компресії сигналів, уможливує передавання зображень високої роздільної здатності, а також інтерактивну аудіовізуальну трансляцію з винятковою точністю в реальному часі. Відеокомунікаційні системи (відеокодера) працюють на загальнодоступних цифрових лініях ISDN, в Інтернет, а також на супутникових передавальних лініях, що з'єднують абонентів з відповідними параметрами передачі пакетів медичних даних.

Приклади застосування телемедицини, що походять з прагнення «зменшення віддалі» між пацієнтом та лікарем (принцип «єдиності місця та часу обстеження») включають спеціалізовані консультації, обстеження, періодичні огляди, довготривале лікування, моніторинг пацієнтів і результатів лікування, асистування при складних хірургічних втручаннях, медицину надзвичайних станів, медичне рятівництво.

Конкретні переваги телемедицини включають перш за все:

- полегшення мешканцям малих міст і сіл доступу до спеціалізованого медичного обстеження;
- допомогу в наданні спеціалізованих медичних послуг і консультацій для невеликих лікувальних закладів;
- покращення профілактичного огляду на ізольованих або віддалених територіях, швидкий діагноз і медичну допомогу в рятувальній службі;
- полегшений доступ до медичної допомоги при нещасних випадках або в процесі природної катастрофи;
- обмеження госпіталізації і необхідних відвідувань пацієнтів;
- зменшення загальних коштів на лікування і профілактичний огляд в країні;

- покращення можливостей для підвищення рівня кваліфікації медперсоналу;
- економію за рахунок удосконалення адміністративних повноважень;
- полегшення проведення наукових досліджень, які до цього вимагали транспортування, а також об'єднання в єдине ціле даних, розпорошених по різних закладах охорони здоров'я;
- зменшення комунікаційних бар'єрів між закладами охорони здоров'я.

Теоретичні основи для функціонування телемедицинських систем в Україні були закладені в роботах О. П. Мінцера [4], О. С. Коваленка [1], О. Ю. Майорова [3], Л. С. Годлевського [5], Ю. Є. Ляха [2], В. П. Марценюка [20, 21], І. І. Хаїмзона [7].

Наукові дослідження щодо впровадження телемедицини в Польщі проводяться під егідою Польського товариства телемедицини [28] в Інституті біокібернетики і медичної біоінженерії Польської академії наук [24], Інституті медичної технології і апаратури [12], на факультеті інформатики Шльонського університету, Гірничо-металургійній академії (м. Краків) [10, 11], у Вроцлавському політехнічному та Жешувському університетах [9].

Можливості, які пропонує сучасна технологія для передачі медичної інформації в телемедицині, заставляють ретельніше підійти до питань, пов'язаних із захистом даних: як з авторизацією користувачів, так і медичної інформації, що отримується, обробляється, передається, зберігається в процесі телемедицинських сеансів. На жаль, існуюча вітчизняна нормативно-регулююча правова база не відображає повною мірою аспекти захисту медичної інформації в телемедицині.

Питання захисту інформації в комп'ютерних системах та мережах представлені в працях вітчизняних вчених О. К. Юдіна, О. Г. Корченка [8], М. П. Карпінського [6].

При розробці вітчизняних регламентуючих документів щодо захисту телемедицинської інформації варто скористатися успішним досвідом застосування телемедицини у країн-сусідів, передусім Польщі. Тому **метою роботи** є вивчення нормативно-правових аспектів щодо вирішення питань захисту телемедицинської інформації як у випадку стаціонарного, так і амбулаторного лікування на прикладі галузі е-здоров'я Республіки Польща.

**Класифікація і стандартизація медичної інформації в галузі е-здоров'я.** Медична інформація є основою комунікації в галузі е-здоров'я (e-health). Йдеться про комунікацію лікарів, фармацевтів,

медичних сестер і лаборантів з пацієнтами, а також про системну комунікацію, тобто обмін текстовими (діагнози, описи стану/хвороби, дані пацієнта тощо) або графічними (зображення КТ і МРТ, графіки ЕКГ і ЕЕГ тощо) даними у рамках пристроїв/систем медичної інформатики. Відповідно спеціалізовані словникові засоби, тобто обрана і загально прийнята сфера і формат застосовуваного словникового запасу, творять простір понять, на який опирається такий обмін інформації (локальний і/або системний) в даній галузі телемедицини.

В медицині та сфері охорони здоров'я словниковий запас походить з медицини, фармації, епідеміології та інших споріднених галузей, отже є зрозумілим лише для певної групи людей. До того ж трапляється, що особи, які походять з різних середовищ чи медичних шкіл, послуговуються різними термінами для визначення тих самих явищ або визначають тим самим терміном інші явища. З метою уникнення виникаючих з цього непорозумінь і неузгодженості почато творення і каталогізація словникового запасу, приписуючи окремим термінам визначене базове однозначне значення. Таким чином, виникли словники термінів, що характеризуються визначеною логікою і структурою, а також класифікатори. В разі медичного обстеження на практиці використовуються, зокрема, класифікації, що стосуються:

- хвороб і медичних проблем;
- процедур, включаючи хірургічні, діагностичні та інші;
- лікувальних засобів і медичних матеріалів, включаючи медичне обладнання;
- лікувальних закладів;
- медичних професій і спеціальностей.

Класифікації і системи кодування є основною складовою частиною медичної інформатики, що розвивається протягом останніх п'ятнадцяти років. Є елементами метасистеми е-здоров'я, для якої норми і стандарти визначені через приписи стандартизаційних міжнародних (ISO), регіональних (CEN) і державних (ANSI, AFNOR, BSI, DIN, PKN та ін.) організацій. Грунтуючись на медичних знаннях, вони охоплюють не тільки системи понять, але також прийняті, умовні форми документації щодо хвороб/пацієнтів разом з додатками, що обслуговують цю документацію.

Стандартизація охоплює також (на прикладі США [14]) класифікацію хвороб і медичних проблем (ICD-10), хірургічних і інших процедур (ICD-9-CM, OPS-301), а також безпосередньо хворих/

пацієнтів (DRG). Увінчуванням цієї піраміди стандартів є система Unified Medical Language System (UMLS) – метатезаурус, що поєднує багато різних систем кодування і класифікації та функціонує під егідою National Library of Medicine.

Існує багато осередків, які розробили і розповсюдили системи кодованих словників для різних цілей в сфері охорони здоров'я. Характеризуючи системи кодування в сфері охорони здоров'я, слід зазначити рису, пов'язану з територіальною ознакою їх дії.

Місцеві системи і класифікації (квзістандарти) створені з думкою про конкретного одержувача інформації в даній країні. Дуже часто вони є знаряддям, що служать для виконання фінансових розрахунків, і (як таке) виникло з потреб платників медичних послуг, наприклад:

- Current Procedural Terminology [25] – класифікація медичних процедур, що створена в American Medical Association, має на меті надання інформації щодо послуг, наданих для пацієнта; одержувачами цієї інформації є в головному платники медичних послуг, наприклад, фірми і фонди медичного страхування;
- International Classification of Diseases – 9th Revision – Clinical Modification – Procedures [14] – класифікація, розроблена в США (незважаючи на назву «міжнародна»), за дорученням Health Care Financing Administration, з метою розрахунку хірургічних процедур в США;
- Read Codes – система, створена в Center for Coding and Classification на потреби National Health Service у Великобританії;
- Internationale Klassifikation der Prozeduren in der Medizin [16] – німецька класифікація процедур, що служать для розрахунків для медичних страхових кас.

Міжнародні системи і класифікації створюються міжнародними організаціями, які часто є пов'язаними зі Всесвітньою організацією охорони здоров'я, і їх головним завданням є уніфікація термінології, що відноситься до процесів світового масштабу. Приклади таких класифікацій :

- ICD-9, ICD-10 – International Classification of Diseases and Health Related Problems [14, 15] – основна класифікація, що є стандартом назв і кодування хвороб, видана Всесвітньою організацією охорони здоров'я (WHO);
- International Classification for Primary Care [13] – розроблена Всесвітньою організацією сімейних лікарів (WONCA) – уможливило опис явищ

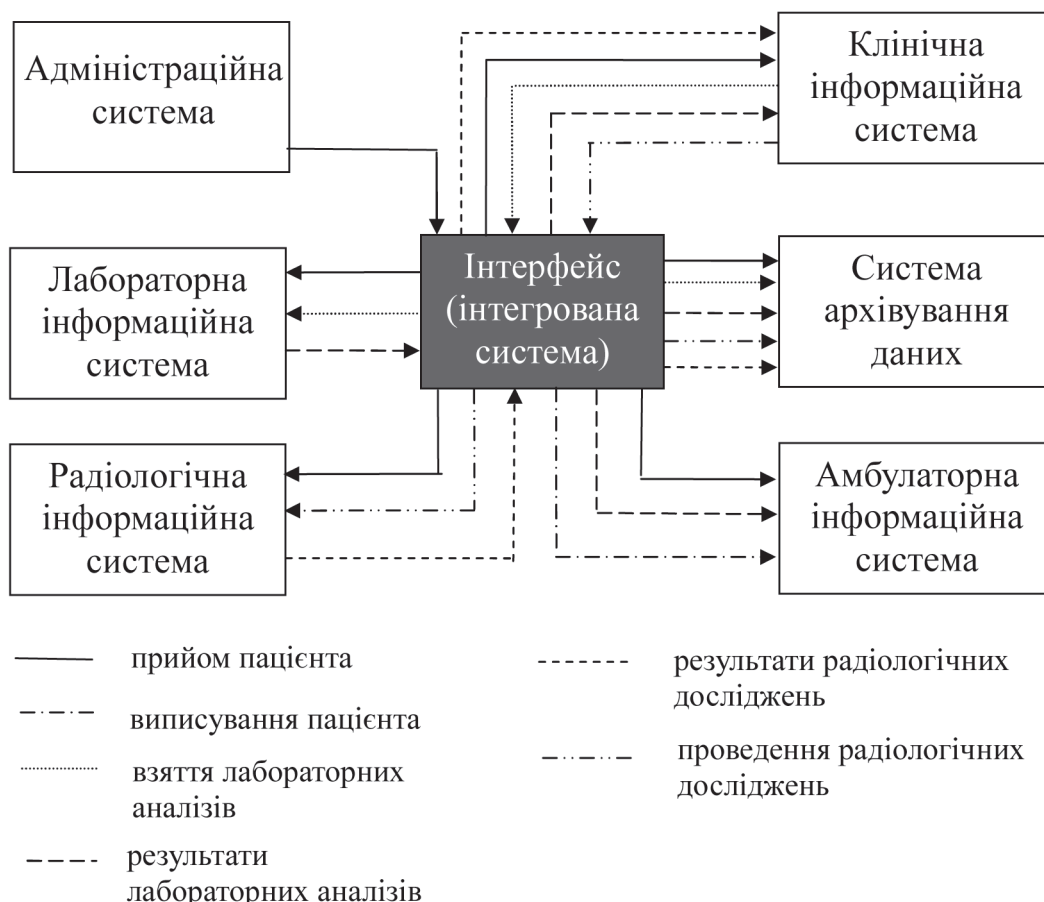


Рис. 1. Модель передачі медичної інформації згідно стандарту UN/EDIFACT (ISO 9735:1987)

з метою визначення стану здоров'я популяції і медичних потреб, а також оцінки якості медичних послуг на первинному рівні;

- International Classification for Health Accounts – розроблена під патронатом Організації економічної співпраці і розвитку (ОЕСР), в співробітництві з WHO і Eurostat з метою класифікації видатків на охорону здоров'я.

Багато із систем, створених локально в межах країн на потреби конкретних одержувачів, з плином часу стали міжнародними і є тепер неформальним світовим стандартом. Прикладом може бути ECRI (Номенклатура медичних пристроїв) або ж набуваючий усе більше користувачів ICD-9-CM-Procedures.

Зауважимо, що описані вище системи кодування не гарантують безпеки медичної інформації, а лише уніфікують її розуміння і використання.

**Охорона медичних даних пацієнта при стаціонарному лікуванні.** На сьогодні медична інформатика у рамках стаціонарного лікування посилається на два прийняті стандарти:

- HL7 v.3.0 – як стандарт обміну текстових повідомлень (ISO/HL7 21731:2006), що співпрацює із стандартом UN/EDIFACT (ISO 9735:1987);
- DICOM – як стандарт обміну для медичних зображень.

Для адміністраторів, що управляють інформаційною інфраструктурою в стаціонарі (клініка, лікарня, санаторій тощо) важливим завданням є створення політики безпеки, тобто формування цілісного, детального й узгодженого з діючим законодавством набору положень, правил і процедур, згідно з якими будуть побудовані, відкриті для доступу і керування ресурси проекту е-здоров'я.

Політика безпеки повинна також бути сумісною з нормами, що охоплюють такі питання:

- безпека передачі персональних даних в системі охорони здоров'я;
- безпечне пересилання електронного медичного запису в IT-мережах;
- безпечна ідентифікація користувача даних у системі охорони здоров'я;

- безпека і засвідчення всіх доступних даних щодо стану здоров'я.

Лише знайомство з нормами і стандартами, що стосуються медичної інформатики, не гарантує розробки надійної політики безпеки (що забезпечує відповідний рівень безпеки). Але без знайомства з ними неможливе впровадження відповідної політики охорони медичних інформаційних систем і даних, що в них обробляються.

**Забезпечення захисту медичних даних на основі стандарту HL7.** Health Level Seven International (HL7) – організація, яка виникла в 1987 році в США (Мічиган) та займається розвитком взаємодії в сфері обміну медичною інформацією. Організація є акредитованою ANSI, що дає їй повне право на встановлення стандартів. Сферою дії HL7 є обробка клінічних та адміністративних даних.

Згідно із статутом організації її метою є «гарантування стандартів обміну і інтеграції даних, які підтримують клінічну опіку над пацієнтом, а також управління медичними послугами, їх постачання і користування ними. Зокрема тут йдеться про створення гнучких і економних підходів до різних стандартів, рекомендацій, методик, а також пов'язаних з ними супутніх послуг, пов'язаних з різноманітними інформаційними системами, використовуваними в сфері охорони здоров'я».

HL7 v.1.0 був схвалений ANSI як стандарт 26 липня 1999 року. На сьогодні стандартом є версія 3.0, схвалена через ANSI в 2005 році і також прийнята як міжнародна норма ISO/HL7 21731:2006 [18]. Від квітня 2013 року специфікація цього стандарту доступна безкоштовно за адресою [www.hl7.org](http://www.hl7.org) (включаючи 15 розділів і 4 додатки). Визначаючи лише модель/основний модуль створення повідомлення, версія 3.0 уможливує запис повідомлень в різних популярних форматах, таких як наприклад, XML чи популярні для медицини EDIFACT і ER7.

Так, в Польщі розроблено формати документів згідно з нормою UN/EDIFACT (ISO 9735:1987) з метою їх електронного обміну (EDI [17]) між закладами охорони здоров'я (лікарнею) і Національним фондом здоров'я (NFZ) (Листок лікарняного лікування – ZDR100 і ZDR200).

HL7 3.0 впроваджує ряд моделей сутностей і активностей, що зустрічаються в службі охорони здоров'я, і на цій підставі відображає їх у вигляді записуваного повідомлення. Основною розробленою в HL7 моделлю є об'єктна модель інформації в службі охорони здоров'я, що означається як ре-

ференційна, під назвою RIM (Reference Information Model). Така модель через застосування мови об'єктного моделювання UML (Unified Modeling Language) містить 123 класи об'єктів, можливі стани та реляції між об'єктами. Спрощенням такої моделі є інформаційна модель повідомлення MIM (Message Information Model), що використовує лише ті класи, на які відображаються об'єкти.

Поряд з розробкою нового стандарту повідомлення, референційної моделі та типів документів XML для повідомлення, організація HL7 вирішила розробити архітектуру електронних медичних записів пацієнта. Грунтуючись на референційній моделі RIM, розроблено ряд форм документів DTD та процедури обміну. Такий модуль отримав назву PRA – Patient Record Architecture. Документи PRA реалізовані на XML, отже не залежать від апаратури або апаратно-програмних рішень. Вони уможливають передачу повідомлення щодо пацієнта між різними лікувальними закладами також з використанням норми EDIFACT, інтегрованої з HL7.

Конструкція повідомлення створюється на підставі норми ISO 9735 (EDI), що описує правила синтаксису. Підсумовуючи, можна сказати, що застосування норми EDIFACT є легким, проте документація її опису (понад 2700 сторін) становить серйозну перешкоду.

Обмеження норми EDIFACT, з огляду на універсальність її застосування, унеможливають передачу різних медичних даних, наприклад, зображень чи сигналів. Тому норма EDIFACT прийнята в медицині як норма, що використовується з метою підготовки звітів і адміністрування (наприклад, в реляції «постачальник медичних послуг» – «страховик або Національний фонд здоров'я (NFZ)»).

Слід звернути увагу на той факт, що файли HL7 та EDIFACT містять комплект текстових даних про пацієнта. Тому польське законодавство має усі підстави вимагати виконання умов охорони даних, що пов'язані не лише з безпечною ідентифікацією користувача цієї інформації (PN-EN 12251:2005P – Медична інформатика – Безпечна ідентифікація користувача в системі охорони здоров'я – Управління і безпека авторизації з використанням паролів) [26], але і з охороною самої інформації (PN-ISO/IEC 17799:2007 – Інформаційна технологія – Технології захисту інформації – Практичні принципи управління захистом інформації; PN-ISO/IEC 27001:2007 – Інформаційна технологія – Технології захисту інформації – Системи управління захистом інформації – Вимоги;

PN-EN ISO 12251:2005P – Інформатика в системі охорони здоров'я – управління захистом інформації в системі охорони здоров'я з використанням ISO/IEC 27002).

**Забезпечення захисту медичних даних на основі стандарту DICOM.** У медичних інформаційних системах, крім текстових даних, часто потрібно пересилати графічні дані, такі як рентгенівські зображення чи записи УЗД-досліджень. З цією метою розроблено стандарт DICOM. Розробником стандарту є ACR/NEMA (American College of Radiology/National Electrical Manufacturers Association). Перша версія стандарту була опублікована в 1993 році. Нині чинна версія стандарту була прийнята в 2004 році.

Стандарт DICOM визначає інформаційні об'єкти, а також набори доступних послуг (сервісні функції) для даних інформаційних об'єктів. Визначений ряд сервісів/функцій, які виконують ролі надавача і користувача сервісу в даному класі об'єктів. Нові об'єкти впроваджуються поступово, в міру появи на медичному ринку нових діагностичних пристроїв. Такі об'єкти приписуються до таких класів, як CT (комп'ютерна томографія), MRI (ядерний магнітний резонанс) або CR (комп'ютерна радіологія). Найважливішою перевагою стандарту DICOM є інтеграція візуальних даних з медичними даними в єдиному файлі. Тому суттєвим є формування файлу/пакету DICOM.

Окремий файл стандарту DICOM містить в собі як заголовок (у якому записані дані пацієнта, тип зображення, його розміри тощо), так і саме зображення, яке може включати інформацію в трьох вимірах. Зображення, що зберігається у файлі, може бути скомпресоване із застосуванням компресії із втратами (JPEG) та без втрат (TIFF).

Слід звернути увагу на той факт, що файл DICOM містить набір текстових і графічних даних щодо пацієнта. Тому польські закони накладають виконання умов щодо охорони цих даних, які пов'язані з безпечною ідентифікацією користувача цієї інформації (PN-EN 12251:2005P – Медична інформатика – Безпечна ідентифікація користувача в системі охорони здоров'я – управління і безпека авторизації з використанням паролів) [26], а також охороною безпосередньо цієї інформації (PN-ISO/IEC 17799:2007 – Інформаційна технологія – Технології захисту інформації – Практичні принципи управління захистом інформації; PN-ISO/IEC 27001:2007 – Інформаційна технологія – Технології захисту інформації – Системи управління захистом інфор-

мації – Вимоги; PN-EN ISO 12251:2005P – Інформатика в системі охорони здоров'я – управління захистом інформації в системі охорони здоров'я з використанням ISO/IEC 27002).

Представлені вище питання, пов'язані з системами стаціонарного лікування, не охоплюють усю проблематику захисту медичних даних. Тут звертають увагу [10] найперше на те, що в польській реальності системні інформаційні рішення медичних проблем часто трактуються швидше як вимоги ЄС, ніж для задоволення зрозумілих і очевидних потреб пересічного громадянина, пов'язаних з охороною його даних.

**Захист медичних даних пацієнта в амбулаторному лікуванні.** Під поняттям амбулаторного лікування (в польській медичній термінології вживається буквально термін «відкрите лікування» на відміну від «закритого» стаціонарного лікування) в системі охорони здоров'я Польщі мають на увазі систему надання різноманітних медичних послуг для потребуючого громадянина – пацієнта. Слід звернути увагу, що згідно з укладеними Польщею угодами, пацієнтами польських закладів амбулаторного типу все частіше бувають громадяни інших держав Євросоюзу. Зазначається [10], що охорона медичних даних пацієнта при амбулаторному лікуванні в Польщі становить проблему через легкість отримання доступу до таких даних, як в результаті недостатнього нагляду, так і часто легковажності в поведінці медперсоналу по відношенню до пацієнта та інформації про нього, яка зберігається в існуючій медичній інформаційній системі.

Системні повідомлення є, з технічної точки зору, XML/XSD-файлами (у випадку текстових даних) або файлами DICOM (у випадку діагностики на основі зображень). З огляду на пересилання між системами (між надавачем послуг і призначеним суб'єктом) вони повинні бути підписані за допомогою захищеного електронного підпису в розумінні Закону про електронний підпис (стаття 3, пункт 2) або підпису, підтвердженого довіреним профілем ePUAP в розумінні Закону про інформатизацію діяльності суб'єктів, які виконують публічні завдання (стаття 3, пункт 15).

Слід зауважити, що поняття медичної інформаційної системи, яке було визначене законом від 28 квітня 2011 року, було уточнене наказом міністра охорони здоров'я Польщі від 28 березня 2013 року з впровадженням таких обов'язкових норм:

- PN-EN ISO 13606-1:2013 – Інформатика в системі охорони здоров'я – Пересилання медичної

електронної документації – Частина 1: Рекомендована модель;

- PN-EN ISO 13606-4:2009 – Інформатика в системі охорони здоров'я – Пересилання медичної електронної документації – Частина 4: Безпека;
- PN-EN ISO 13606-5:2010 – Інформатика в системі охорони здоров'я – Пересилання медичної електронної документації – Частина 5: Специфікація інтерфейсу;
- PN-ENV 13608-1:2003 – Інформатика в системі охорони здоров'я – Безпека пересилання даних в медичному догляді – Частина 1: Поняття і термінологія;
- PN-ENV 13608-2:2003 – Інформатика в системі охорони здоров'я – Безпека пересилання даних при медичному догляді – Частина 2: Безпечні об'єкти даних;
- PN-ENV 13608-3:2003 – Інформатика в системі охорони здоров'я – Безпека пересилання даних при медичному догляді – Частина 3: Безпечні канали пересилання даних;
- PN-EN 14484:2005 – Медична інформатика – Міжнародний переказ медичних персональних даних, визначених директивою Євросоюзу щодо охорони даних – Високий рівень політики безпеки [27];
- PN-EN 14485:2005 – Медична інформатика – Інструкції для оперування медичними персональними даними в міжнародних додатках з урахуванням директиви Євросоюзу щодо охорони даних.

Кілька із згаданих норм є обов'язковими до виконання відповідно до наказу Міністра охорони здоров'я від 6 червня 2013 р. щодо системи обліку ресурсів системи охорони здоров'я.

**Моніторинг даних і медичний нагляд за пацієнтом вдома.** Питання моніторингу з використанням телемедицини потрібно розглядати в просторі е-здоров'я і е-медицини в трохи ширшому аспекті, з урахуванням активних дій безпосередньо самого пацієнта, при трактуванні як істотних не лише елементів нагляду у рамках медичного теледогогляду, але активного спонукання і нагляду пацієнта у рамках телереабілітації.

В обох випадках використовується рішення з області медичної інформатики і телемедицини. Пацієнт при цьому отримує швидкий доступ до консультації лікаря, а також точнішу діагностику стану свого здоров'я.

**Телемедичний моніторинг як форма теледогогляду.** Пересічний громадянин сьогодні все ще має

невеликі знання щодо форм і методів використання медичної телеінформатики в забезпеченні поточного моніторингу і догляду за станом організму. Можна зустрітися тут з елементами телемедичного догляду: негайного (наприклад, дослідження пульсу пульсоксиметром), вибіркового (наприклад, добове спостереження за обраними параметрами – Holter 24/48) або неперервного (наприклад, постійний кардіологічний нагляд стану пацієнта).

Як приклад теледогогляду можна навести польське рішення телемедичного моніторингу – телемедичну інтернет-мережу MONTE [19]. Проект був розроблений на курсі медичної фізики фізичного факультету Університету імені Адама Міцкевича в Познані колективом під керівництвом професора Р. Кшиміневського і зараз впроваджується в ряді регіонів Польщі.

Через телемедичну мережу MONTE пацієнт має можливість:

- отримання розширеного аналізу пульсової хвилі (пульсу) пульсоксиметром
- обстеження серця методом NURSE-ECG, тобто високороздільною електрокардіографією;
- online-консультації з лікарем.

*Пульсоксиметр як телемедичний датчик.* Пульсоксиметр є електронним пристроєм для неінвазивного вимірювання пульсу і насиченості крові киснем. Завдяки спеціальній комп'ютерній програмі PULS-HSR, розробленій в Університеті імені Адама Міцкевича в Познані, виконується розширений аналіз пульсової хвилі. Програма надає інформацію про пульс, насичення киснем крові, про стан серцево-судинної системи монітованого пацієнта, що є дуже корисним в ранній діагностиці хвороб серцево-судинної системи.

Аналіз пульсової хвилі PULS-HSR допомагає вчасно передбачити загрози такої патології, як аритмія серця, зміни міокарда, хвороби органів дихання, вади серцево-судинної системи; а також дозволяє контролювати вплив реабілітації, яка проводиться, та ліків, які приймаються, на стан кровообігу.

Слід зауважити, що аналіз пульсової хвилі рекомендований Європейським товариством артеріальної гіпертензії (EHS), як метод поточного контролю при активній реабілітації.

*Телемедичне дослідження серця.* При телемедичному дослідженні серця методом NURSE-EEG, тобто при використанні електрокардіографії високої роздільності, отримані результати легші для аналізу і краще, ніж типовий графік електрокардіограми,

сприймаються при демонстрації самим пацієнтом, що може служити інструментом для заохочення і основою для реабілітації.

Реабілітація та телереабілітація. Згідно із Законом Польщі про професійну і суспільну реабілітацію (стаття 7, пункт 1) «... реабілітація неповноцінних осіб означає комплекс дій, зокрема організаційних, лікувальних, психологічних, технічних, підготовчих, освітніх і суспільних, спрямованих на досягнення, при активній участі цих осіб, якомога найвищого їх рівня функціонування, якості життя і суспільної інтеграції» [29].

Таким чином, телереабілітація позначає сукупність цих дій, що реалізуються за допомогою телекомунікаційної інфраструктури на віддалі.

У публікаціях на тему телереабілітації можна знайти однак різноманітні визначення цього поняття:

- «телереабілітація – це сукупність технологічної інфраструктури, створеної з метою збільшення доступу до реабілітаційного догляду і подовження часу його надання для неповноцінних осіб, особливо тривало хворих» [22];
- «телереабілітація – це сукупність реабілітаційних (консультації, діагностика, терапія) послуг, що надаються за посередництвом інтерактивних телекомунікаційних технологій» [23].

Як впливає з вищенаведених означень, телереабілітація входить в сферу описуваного вище поняття телемедицини.

Причини появи і розвитку цієї галузі ховаються в процесах, що відбуваються в технологічній та медичній сферах. У технологічній сфері безперечно одним з них є динамічний прогрес телекомунікаційної інфраструктури, який відбувається протягом останнього десятиріччя. Постійне збільшення можливостей, швидкості й ефективності передачі інформації на великі відстані – з одночасним спадом цін на ці послуги й інфраструктури – приводить до постійного зростання віддалі, яку можна охопити телереабілітаційними послугами.

Дослідження на тему дієвості реабілітації доводять також, що для того, щоб реабілітаційний процес приніс задуманий ефект, повинні бути дотримані три умови:

- 1. Процес реабілітації повинен початися якнайшвидше з моменту появи причини неповноцінності.
- 2. Процес реабілітації для даного пацієнта повинен бути настільки інтенсивним, наскільки це тільки можливо відносно оцінки його стану.

- 3. Процес реабілітації повинен тривати аж до отримання можливих для повернення функцій.

Третя умова у більшості випадків – особливо для хронічних хвороб – вказує на необхідність продовження процесу реабілітації вдома. Таким чином, телереабілітація веде до появи нових парадигм у медичній реабілітації та зростання технологічних можливостей, які допомагають діяти згідно з цими парадигмами.

Як впливає зі змісту доступних публікацій на тему телереабілітації, найчастіше застосовується вона для таких питань:

- дистанційна функціональна оцінка пацієнтів;
- управління доглядом пацієнта;
- дистанційна реалізація реабілітаційних програм;
- телеконсультації і парамедична освіта пацієнта.

На сьогоднішній день провідним інструментом, за посередництва якого можливим є застосування телереабілітації, є Інтернет.

**Питання групування медичних даних.** Медичні дані пацієнта на практиці генеруються в різних, інколи доволі віддалених місцях (кабінет лікаря, операційна, лабораторія, рентгенкабінет тощо) і хоча теоретично зберігаються в історії хвороби, та на практиці існують довго і по-різному в місцях своєї появи. Особливо стосується це цілої групи діагностичних пристроїв, обладнаних автономними ресурсами пам'яті.

Наскільки можна керувати такою розпорошеною інформацією? Відповідь не є простою. Впроваджувана сьогодні медична інформаційна система спрямована на нормалізацію усіх інформаційних процесів, але проблемами залишаються старі звички і небажання до змін.

Прикладом позитивних змін є телемедицина в рятувальній медичній службі. Її застосування ґрунтується на телеінформатичній системі зв'язку, що забезпечує пересилання діагностичних даних, а також допомогу в надзвичайних ситуаціях, екстрених випадках, в результаті нещасних випадків. До світових лідерів (тобто до європейських країн з найрозвинутішими системами екстренної телемедицини) належать Великобританія, Швеція, Норвегія, Фінляндія і Данія.

У польських лікарнях, починаючи від 2004 року, впроваджуються системи, які служать для передшпитальної діагностики гострої серцевої недостатності. Завдяки цьому принципово скорочується час від обстеження пацієнта до надання інвазійного лікування (зникає необхідність виконання додат-

кових обстежень у районній лікарні). Системи екстренної телемедицини складаються з двох компонентів. Першим з них є спеціально пристосований для телетрансляції монітор-дефібрилятор, який знаходиться в реанімобілі або у шпитальному реанімаційному відділенні (Szpitalny Oddział Ratunk, SOR). Другий – це так звана медична приймальна станція (Medyczna Stacja Odbiorcza, MSO) – комп'ютер, який знаходиться в лікарняному кабінеті гемодинаміки, з інстальованим програмним забезпеченням, що забезпечує приймання даних з високою роздільністю та їх архівування. Станом на першу половину 2013 року в Польщі в цілодобовому режимі працювало 45 таких MSO.

Схема використання сучасної інформаційної технології є завжди така сама. Результати дослідження 12-канальної електрокардіографії, виконаної бригадою невідкладної допомоги, пересилаються за допомогою вбудованого в дефібрилятор модему до лікарні, в якій знаходиться MSO. Кардіолог, який здійснює цілодобове чергування в кабінеті гемодинаміки, аналізує отримані записи і, консультуючись з бригадою невідкладної допомоги по телефону, намічає подальший маршрут пацієнта. Консультація чергового кардіолога полягає не тільки в можливому направленні хворого на негайне інвазивне лікування (процедуру ангіопластики), але також включає рекомендації, що стосуються надання (вже в кареті швидкої допомоги) відповідних ліків. Водночас відділення інвазивної кардіології може під час транспортування хворого підготувати відповідне устаткування в операційному залі, що ще більше скорочує час до розкупорки судини, закупорка якої спричинила інфаркт.

Зібрана інформація залишається в пам'яті спеціально пристосованого для телетрансляції монітора-дефібрилятора (короткотерміново – до наступного запису), в комп'ютері MSO (це довготривала пам'ять з резервною копією) і становить початковий запис процесу лікування (дані переписуються з MSO/SOR до буферу пам'яті комп'ютера у відділенні подальшого перебування пацієнта).

Слід звернути увагу, що пацієнт в цілому не усвідомлює, що відбувається з його даними, а також якими шляхами вони передаються в процесі його порятунку або екстреного лікування.

Локальні реляційні бази даних (амбулаторія/лікарня/клініка). Функціонування в Польщі медичних баз даних в амбулаторіях, лікарнях і клініках супроводжується критичними відгуками щодо забезпечення захисту інформації, особливо у випадку

клінік і університетських клінічних лікарень, де «...розпорядником паперової документації є заклопотаний професор» [11].

Формальне впровадження медичних інформаційних систем, якому не передують аналіз загроз і оцінка ризику для збережених даних, без розробленої системної стратегії поведінки (політика безпеки інформації, впровадження, підтримка і постійне вдосконалення систем управління базами даних) спричиняє, що не можна розраховувати на реальні ефекти в дотриманні високого рівня охорони і безпеки медичних даних.

Спеціалізовані бази даних – експертні середовища (global e-health). У Польщі ініціативи, пов'язані з розповсюдженням телемедицини, концентруються в основному на розробці і впровадженні систем для передачі ЕКГ-сигналів через телефон (а також через мобільні телефони), ефективному пересиланні рентгенівських зображень, зображень УЗД, КТ, МРТ та ін. (DICOM) через Intranet або Internet з метою консультації, а також на надійній організації баз даних і необхідних систем контролю доступу до тих же банків інформації.

З 2001 року працює секція телемедицини Польського лікарського товариства, яка поставила за мету впровадження і розвиток ідеї телемедицини в Польщі. У секцію входять відомі професори, директори лікарень і клінік, лікарі різних спеціальностей. На жаль, на даний момент ще не створено власних експертних баз з можливістю регіонального використання (хоч є вже ряд досягнень і напрацювань в кардіології і хірургії). Тому секція зосереджується на співробітництві і використанні знань, відкритих для доступу у рамках міжнародних контактів.

**Висновки.** Бурхливий розвиток інформаційно-комп'ютерних технологій вражає щораз більшими можливостями системних рішень. Водночас щораз більше проявляється інформаційна неграмотність значної старшої частини суспільства, що у поєднанні з кризою, яка триває, та постійним браком ліній високої перепускної здатності поглиблює явище суспільного ізолювання значної частин громадян від доступу до е-спільноти та використання його благ.

Одночасно з'являються нові вимоги – які виходять з участі Польщі в ЄС і ОЕСР, з функціонування в спільній Європі (у ЕОГ/ЕЕА і шенгенській зоні) – пов'язані до того ж з потребами (включаючи інформаційно-медичні) громадян ЄС, що приїжджають до Польщі.

Зазначається [11], що існують проблеми, пов'язані з використанням виділених Польщі через

ЕС ресурсів, призначених на розвиток і забезпечення системної безпеки (включаючи забезпечення телеінформатичної інфраструктури країни), не кажучи про безпеку даних в e-health. Введені в 2010 році зміни в галузі охорони інформації і пов'язані з ними дії Урядового центру безпеки Польщі щодо підвищення енергетичної безпеки країни становлять два важелі, які підтримують розпочату в 2013 році інтенсивну діяльність в сфері розвитку інформаційних систем, включаючи медичні інформаційні системи.

Великою проблемою залишається низький рівень знань старшої частини суспільства щодо потреб і можливостей сучасних рішень на основі інформаційно-комунікаційних технологій (включаючи телемедицину), а також брак доступу до мереж з високою пропускну здатністю для приватних користувачів

Також окремим питанням залишається експлуатація діагностичних систем з погляду медичної інженерії.

#### Додаток.

Правова база забезпечення охорони телемедичних даних в системі охорони здоров'я Польщі:

1. PN-EN 14485:2005 – Informatyka medyczna – Wskazania dla operowania medycznymi danymi osobowymi w międzynarodowych aplikacjach z uwzględnieniem dyrektywy UE dotyczącej ochrony danych.
2. PN-EN ISO 13606-1:2013 – Informatyka w ochronie zdrowia – Przesyłanie elektronicznej dokumentacji zdrowotnej – Część 1: Model referencyjny.
3. PN-EN ISO 13606-4:2009 – Informatyka w ochronie zdrowia – Przesyłanie elektronicznej dokumentacji zdrowotnej – Część 4: Bezpieczeństwo.
4. PN-EN ISO 13606-5:2010 – Informatyka w ochronie zdrowia – Przesyłanie elektronicznej dokumentacji zdrowotnej – Część 5: Specyfikacja interfejsu.
5. PN-EN ISO/IEC 27799:2010 – Informatyka w ochronie zdrowia – zarządzanie bezpieczeństwem informacji w ochronie zdrowia z wykorzystaniem ISO/IEC 27002.
6. PN-ENV 13608-1:2003 – Informatyka w ochronie zdrowia – Bezpieczeństwo przesyłanych danych w opiece zdrowotnej – Część 1: Pojęcia i terminologia.
7. PN-ENV 13608-2:2003 – Informatyka w ochronie zdrowia – Bezpieczeństwo przesyłanych danych w opiece zdrowotnej – Część 2: Bezpieczne obiekty danych.
8. PN-ENV 13608-3:2003 – Informatyka w ochronie zdrowia – Bezpieczeństwo przesyłanych danych w opiece zdrowotnej – Część 3: Bezpieczne kanały przesyłania danych.
9. PN-ISO/IEC 17799:2007 – Technika informatyczna – Techniki bezpieczeństwa – Praktyczne zasady zarządzania bezpieczeństwem informacji.
10. PN-ISO/IEC 27001:2007 – Technika informatyczna – Techniki bezpieczeństwa – Systemy zarządzania bezpieczeństwem informacji – Wymagania.
11. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie wymagań dla Systemu Informacji Medycznej, Dz. U. z 2013 r., poz. 463.
12. Ustawa z dnia 28 kwietnia 2011 r. o systemie informacji w ochronie zdrowia, Dz. U. z 2011 r., nr 113, poz. 657 z późn. zm.
13. Ustawa z dnia 18 września 2001 r. O podpisie elektronicznym, tekst jednolity: Dz. U. z 2013 r., poz. 262.
14. Ustawa z dnia 17 lutego 2005 r. o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne, Dz. U. z 2005 r., nr 64, poz. 565 z późn. zm.

#### Література.

1. Коваленко О. С. Стандартизація інформаційних систем медичного обслуговування з урахуванням загальноєвропейської інтеграції / О. С. Коваленко, В. І. Буряк // Клиническая информатика и телемедицина. – 2004. – № 1. – С. 35–41.
2. Лях Ю. Е. Введение в телемедицину / Ю. Е. Лях, А. В. Владзимирский. – Донецк : Лебедь, 1999. – 101 с. – (Очерки биологической и медицинской информатики).
3. Майоров О. Ю. Інформаційні системи охорони здоров'я (госпітальні інформаційні системи) – дань моді чи необхідність (техніко-економічне обґрунтування упровадження програмного комплексу «С-Госпіталь®») / О. Ю. Майоров, Л. Б. Білов, С. А. Неженський // Клиническая информатика та телемедицина. – 2004. – Т. 1, Вип. 1. – С. 1–12.
4. Мінцер О. П. Інформаційне відображення лікувально-діагностичного процесу на рівні логіки роботи з даними / О. П. Мінцер, М. Ю. Болгов // Український журнал телемедицини та медичної телематики. – 2007. – Т. 5, № 2. – С. 128–138.
5. Перспективы внедрения телемедицинских технологий для лиц пожилого возраста в Одесском регионе / Л. С. Годлевский, В. В. Дець, К. И. Степаненко [и др.] // Біофізичні стандарти та інформаційні технології в медицині : матер. наук. конф. – Одеса : Астропринт, 2004. – С. 48–52.
6. Пйонтко Н. В. Інформаційна технологія автоматичної сегментації частково спотворених зображень / Н. В. Пйонтко, М. П. Карпінський // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-тех. праць. – 2015. – Вип. 25.2. – С. 311–317.
7. Хаїмзон І. І. Розробка та дослідження ефективності нових інформаційних технологій ведення, обробки та обліку медичної документації в умовах відділення стаціонару : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : спец. 05.13.02 «Математичне моделювання в наукових дослідженнях» / І. І. Хаїмзон ; НАН України, Ін-т кібернетики ім. В. М. Глушкова. – К., 1995. – 30 с.

8. Юдін О. К. Захист інформації в мережах передачі даних : підручник / О. К. Юдін, О. Г. Корченко, Г. Ф. Коначович. – К. : Вид-во ТОВ «НВП» ІНТЕРСЕРВІС», 2009. – 716 с.
9. Acta Bio-Optica et Informatica Medica Inżynieria Biomedyczna [Electronic resource]. – Retrieved from <http://www.inzynieria-biomedyczna.com>.
10. Blim M. Bezpieczeństwo danych w nowoczesnej telemedycynie (część 1) / M. Blim, J. Mikulik // Zabezpieczenia. – 2014. – No. 1. – P. 20–25.
11. Blim M. Bezpieczeństwo danych w nowoczesnej telemedycynie (część 2) / M. Blim, J. Mikulik // Zabezpieczenia. – 2014. – No. 2. – P. 22–29.
12. Instytut Techniki i Aparatury Medycznej [Electronic resource]. – Retrieved from <http://www.itam.zabrze.pl>.
13. International Classification for Primary Care [Electronic resource] / WONCA. – 1997.
14. International Classification of Diseases. Clinical Modification – Procedures. – Virginia, USA : St. Anthony Publishing Inc, 1991. – 9th Revision.
15. International Classification of Diseases and Health Related Problems / WHO. – Geneva, 1992. – 10th Revision, Vol. I–III.
16. Internationale Klassifikation der Prozeduren in der Medizin / Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information. – Berlin, 2000.
17. ISO 9735:1987, baza normatywna EDIFACT.
18. ISO/HL7 21731:2006, Informatyka medyczna. HL7 model referencyjny v.3.
19. Krzyminiewski R. Projekt MONTE [Electronic resource] / R. Krzyminiewski. – Retrieved from <http://www.monte.amu.edu.pl>.
20. Martsenyuk V. P. Development and application of information system of recording (selfrecording) patients for consultation of university clinics specialists / V. P. Martsenyuk, P. R. Selsky, A. V. Semenets // Ukrainian journal of telemedicine and medical telematics. – 2013. – Vol. 11, No. 2. – P. 173–178.
21. Martsenyuk V. P. Performance of telemedicine technology usage for increasing quality of treatment and diagnostical work of primary care / V. P. Martsenyuk, P. R. Selsky // Actual problems of pharmaceutical and medical science and practice. – 2013. – Vol. 12, No. 3. – P. 53–54.
22. Materiały inf. NIDRR 2000 USA (Narodowego Instytutu Badań i Rehabilitacji Osób Niepełnosprawnych) na temat ośrodka rehabilitacyjnego Rehabilitation Engineering Research Center (RERC) [Electronic resource]. – Retrieved from [za: www.immdhealt.com](http://www.immdhealt.com).
23. Materiały informacyjne konferencji «E-health 2012» / Wrocławski Medyczny Park Naukowo-Technologiczny. – Wrocław, 2012.
24. Nałęcz Institute of Biocybernetics and Biomedical Engineering Polish Academy of Sciences [Electronic resource]. – Retrieved from <http://www.ibib.waw.pl>.
25. Physicians' Current Procedural Terminology (CPTTM) / American Medical Association. – Chicago, 2003. – 4th ed.
26. PN-EN 12251:2005P – Informatyka medyczna – Bezpieczna identyfikacja użytkownika w ochronie zdrowia – Zarządzanie i bezpieczeństwo uwierzytelniania z użyciem haseł.
27. PN-EN 14484:2005 – Informatyka medyczna – Międzynarodowy przekaz medycznych danych osobowych objętych dyrektywą UE dotyczącą ochrony danych – Wysoki poziom polityki bezpieczeństwa.
28. Polskie Towarzystwo TeleMedycyny i e-Zdrowia [Electronic resource]. – Retrieved from <http://www.telemedycyna.org>.
29. Ustawa z dnia 27 sierpnia 1997 r. o rehabilitacji zawodowej i społecznej oraz zatrudnianiu osób niepełnosprawnych, tekst jednolity: Dz. U. z 2011 r., nr 127, poz. 721 z późn. zm.

#### References.

1. Kovalenko, O. S., Buryak, V. I. (2004). Standartizatsiya informatsiinih sistem medichnogo obslugovuvannya z urakhuvannyam zagal'noievropeis'koi integratsii [Standardization of information systems of health care, taking into account European integration]. Klinicheskaya informatika i telemeditsina (Clinical informatics and telemedicine), 1, 35-41 [In Ukrainian].
2. Lyakh, Yu. E., Vladzimirskii, A. V. (1999). Vvedenie v telemeditsinu [Introduction to telemedicine]. Donetsk: Lebed' [In Russian].
3. Maiorov, O. Yu., Bilov, L. B., Niezhens'kii, S. A. (2004). Informatsiini sistemi okhoroni zdorov'ya (gospital'ni informatsiini sistemi) – dan' modi chi neobkhidnist' (tekhniko-ekonomichne obgruntuvannya uprovadzhennya programnogo kompleksu «C-Gospital®») [Health information systems (hospital information system) – a tribute to fashion or necessity (feasibility study for the implementation of the program complex «C-Gospital®»)]. Klinicheskaya informatika i telemeditsina (Clinical informatics and telemedicine), 1(1), 1-12 [In Ukrainian].
4. Mintser, O. P., Bolgov, M. Yu. (2007). Informatsiine vidobrazhennya likuval'no-diagnosticschnogo protsesu na rivni logiki roboti z danimi [The information display on the logic level of data handling diagnostic and treatment process]. Ukraïns'kii zhurnal telemeditsini ta medichnoi telematiki (Ukrainian journal of telemedicine and medical telematics), 5(2), 128-138 [In Ukrainian].
5. Godlevskii, L. S., Dets', V. V., Stepanenko, K. I., Prybalovets, T. V., Bezhik, N. V., Smirnov, I. V., Bayazitov, N. R. (2004). Perspektivy vnedreniya telemeditsinskikh tekhnologii dlya lits pozhilogo vozrasta v Odesskom regione [Prospects for the introduction of telemedicine technologies for the elderly in the Odessa region]. In Biofizichni standarti ta informatsiini tekhnologii v meditsini [Biophysical standards and information technologies in medicine]: materials of scientific conference (pp. 48–52). Odesa: Astroprint [In Russian].
6. Piontko, N. V., Karpins'kii, M. P. (2015). Informatsiina tekhnologiya avtomatichnoi segmentatsii chastkovo

- spotvorenikh zobrazhen' [Information technology of automatic segmentation of partially distorted images]. *Naukovii visnik NLTU Ukraini (Scientific bulletin of UNFU): collection of scientific papers*, 25.2, 311-317 [In Ukrainian].
7. Khaimzon, I. I. (1995). *Rozrobka ta doslidzhennya efektyvnosti novikh informatsiynikh tekhnologii vedennya, obrobki ta obliku medichnoi dokumentatsii v umovakh viddilennya statsionaru* [Development and research of the effectiveness of new information technologies of conducting, processing and recording of medical records in the hospital department]: thesis abstract d-r tech. sci. Kyiv.
8. Yudin, O. K., Korchenko, O. G., Konakhovich, G. F. (2009). *Zakhist informatsii v merezhakh peredachi danikh* [Protection of information in data networks]: the textbook. Kyiv: INTERSERVIS.
9. *Acta Bio-Optica et Informatica Medica Inżynieria Biomedyczna*. Retrieved from <http://www.inzynieria-biomedyczna.com>.
10. Blim, M., Mikulik, J. (2014). *Bezpieczeństwo danych w nowoczesnej telemedycynie (część 1)*. *Zabezpieczenia*, 1, 20-25.
11. Blim, M., Mikulik, J. (2014). *Bezpieczeństwo danych w nowoczesnej telemedycynie (część 2)*. *Zabezpieczenia*, 2, 22-29.
12. *Instytut Techniki i Aparatury Medycznej*. Retrieved from <http://www.itam.zabrze.pl>.
13. *International Classification for Primary Care*. (1997). WONCA.
14. *International Classification of Diseases*. (1991). 9th Revision. Clinical Modification – Procedures. Virginia, USA: St. Anthony Publishing Inc.
15. *International Classification of Diseases and Health Related Problems*. (1992). 10th Revision. WHO, Geneva.
16. *Internationale Klassifikation der Prozeduren in der Medizin*. (2000). Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information. Berlin.
17. ISO 9735:1987, baza normatywna EDIFACT.
18. ISO/HL7 21731:2006, Informatyka medyczna. HL7 model referencyjnyv.3.
19. Krzyminiewski, R. Projekt MONTE. Retrieved from <http://www.monte.amu.edu.pl>.
20. Martsenyuk, V. P., Selsky, P. R., Semenets, A. V. (2013). Development and application of information system of recording (selfrecording) patients for consultation of university clinics specialists. *Ukrainian journal of telemedicine and medical telematics*, 11(2), 173-178.
21. Martsenyuk V. P., Selsky, P. R. (2013). Performance of telemedicine technology usage for increasing quality of treatment and diagnostical work of primary care. *Actual problems of pharmaceutical and medical science and practice*, 12(3), 53-54.
22. *Materiały inf. NIDRR 2000 USA (Narodowego Instytutu Badań i Rehabilitacji Osób Niepełnosprawnych) na temat ośrodka rehabilitacyjnego Rehabilitation Engineering Research Center (RERC)*. Retrieved from [za: www.immdhealt.com](http://www.immdhealt.com).
23. *Materiały informacyjne konferencji "E-health 2012"*. (2012). Wrocławski Medyczny Park Naukowo-Technologiczny, Wrocław.
24. *Naęcz Institute of Biocybernetics and Biomedical Engineering Polish Academy of Sciences*. Retrieved from <http://www.ibib.waw.pl>
25. *Physicians' Current Procedural Terminology (CPTTM)*. (2003). American Medical Association. 4th ed. Chicago.
26. PN-EN 12251:2005P – Informatyka medyczna – Bezpieczna identyfikacja użytkownika w ochronie zdrowia – Zarządzanie i bezpieczeństwo uwierzytelniania z użyciem haseł.
27. PN-EN 14484:2005 – Informatyka medyczna – Międzynarodowy przekaz medycznych danych osobowych objętych dyrektywą UE dotyczącą ochrony danych – Wysoki poziom polityki bezpieczeństwa.
28. *Polskie Towarzystwo TeleMedycyny i e-Zdrowia*. Retrieved from <http://www.telemedycyna.org>.
29. Ustawa z dnia 27 sierpnia 1997 r. o rehabilitacji zawodowej i społecznej oraz zatrudnianiu osób niepełnosprawnych, tekst jednolity: Dz. U. z 2011 r., nr 127, poz. 721 z późn. zm.

УДК 613:007

DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2016.3.6754>

## ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я: У ПОШУКАХ СИСТЕМОЇ ОЦІНКИ

**В. О. Гаврилюк**

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

У статті обговорюються можливі підходи до створення системної оцінки індивідуального здоров'я людини.

**Ключові слова:** індивідуальне здоров'я, системна оцінка здоров'я.

## ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗДОРОВЬЕ: В ПОИСКАХ СИСТЕМОЙ ОЦЕНКИ

**В. А. Гаврилюк**

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

В статье обсуждаются возможные подходы к созданию системной оценки индивидуального здоровья человека.

**Ключевые слова:** индивидуальное здоровье, системная оценка здоровья.

## INDIVIDUAL HEALTH IN SEARCH SYSTEM ASSESSMENT

**V. O. Gavrylyuk**

*Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education*

The article discusses possible approaches to the creation of a system of individual assessment of human health.

**Key words:** individual health, systemic health assessment.

**Вступ.** Невизначеність або незадовільна визначеність поняття індивідуального здоров'я тривалий час в історії медицини пояснювалась абстрактністю та філософським змістом самої суті здоров'я [27]. Але розвиток методології науки та її аналітичного апарату змінили уявлення про природу складних, абстрактних, хаотичних процесів, явищ і об'єктів [29, 34]. На зміну тлумачення здоров'я як «дару Божого» [24, 38] прийшло визначення, у якому фігурує «благополуччя», а не просто відсутність хвороб і вад (ВООЗ, 1947) [20]. Але жодне визначення не було операціональним, а, відповідно, і практично доцільним, що вимагало досконального вивчення феномену [11].

**Мета роботи:** обговорення наявних і можливих підходів до системної оцінки індивідуального здоров'я людини.

### **Основна частина.**

**Життя як феномен.** У максимальному масштабі зазначені складні об'єкти та їх функціональні стани є складовими і проявами специфічної форми буття, що називається життям [14, 41, 42]. Без операціонального та цілком задовільного визначення феномену життя унеможлиблюється адекватне визначення окремих «квантів» життя – організмів. Відповідно – й характеристик життєздатності організмів.

В окремому випадку прояву життя через вид *Homo Sapiens* виникає додаткова необхідність наукового тлумачення та визначення суб'єкта, індивіда, особистості, що сприймає, усвідомлює та преформує реальність і власну дійсність [23].

Отже, фізико-хімічні основи буття живих істот у поєднанні з інформаційно-діяльними процесами організму у навколишньому середовищі утворюють той самий складний малюнок феномену життя,

що характеризується механізмами самоорганізації, самовідтворення та само продовження [10].

**Феномен індивідуального здоров'я.** Проблему індивідуального здоров'я медицина досліджує понад дві тисячі років. Підсумок цих досліджень поетично відобразив R. Doll [43]: «Було багато спроб побудувати шкалу позитивного здоров'я, але досі вимір здоров'я залишається такою ж ілюзією, як вимірювання щастя, краси і любові». І це логічно, бо «благополуччя» (ключове слово в дефініції здоров'я ВООЗ) така ж абстрактно-логічна категорія, як щастя і краса, і їх неможливо охарактеризувати кількісними критеріями. Необхідно відійти від шаблону, запропонованого ВООЗ, і запропонувати новий – реальний – критерій здоров'я. При цьому було очевидним (для тих, хто глибоко досліджував проблему), що безліч аспектів здоров'я диктує необхідність звуження цієї категорії до меж, які дозволяють дати операціональну дефініцію здоров'я.

З середини 50-х років ХХ сторіччя за умов необхідності у військовій справі науковці, що займалися медичним забезпеченням спеціальних видів діяльності та профвідбором військового контингенту, описали низку фізіологічних феноменів, які, цілком ймовірно, формують (утворюють) фундамент здоров'я людини [13, 17, 19, 28, 30]. З появою таких між- та наддисциплінарних напрямків науки як синергетика, інформатика, кібернетика, теоретична біологія, в науці знайшли своє місце такі об'єкти, процеси та явища, які раніше знаходилися в межах філософії, антропології та метафізики [12].

Здоров'я людини є складним міждисциплінарним феноменом, притаманним не менш складному міждисциплінарному об'єкту – людині, що не зводиться до суми своїх складових [3, 4, 6].

Щодо феномену індивідуального здоров'я, який є предметом санології, то він розглядається як динамічний функціональний стан людини, в межах якого у вигляді окремих випадків можливі хвороба, передхвороба, власне, здоров'я, стан підвищеної неспецифічної резистентності. У будь-якому випадку, відхилення в функціонуванні компенсуються резервними можливостями органів, систем та організму в цілому [2, 25].

Системний підхід в санології при оцінці здоров'я враховує ієрархічну структуру людини, де фізичне тіло функціонально пов'язане з системою управління та вищими аспектами свідомості («тіло, душа, дух»). А також принципи гармонії

(відповідності, співвідношення), що забезпечують внутрішньосистемний порядок, голографічності (в частині цілого закладено всі властивості цілого), фрактальності (самоподібності в різних масштабах) [9].

Отже, інтегральна оцінка здоров'я індивіда повинна складатись з поєднання двох окремих критеріїв: кількісної оцінки рівня соматичного здоров'я та якісної оцінки, яка важко піддається конкретизації, а саме – гармонійності розвитку людини [35].

Дослідниками, що займаються проблематикою оцінки здоров'я, усвідомлюється наявність невизначеної зони – надсистемного контролю та управління ресурсами організму. Висунуто кілька пропозицій щодо способу кількісної оцінки «якості» здоров'я. Метод м'язово-кардіальної кореляції на основі біологічної інтеграції функцій [18], метод «ЕДИФАР» (експертний діалог для дослідження факторів ризику) [22], метод «Омега» (діагностика до нозологічних зрушень через аналіз адаптаційних резервів шляхом вилучення управляючої інформації з будь-якої ритмічної функції, наприклад, періодика серцевих скорочень) [26].

На базі Центральної науково-дослідної лабораторії Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика було розроблено методу визначення індексу індукції апоптозу (ІА) і встановлено високий кореляційний зв'язок цього показника з проявами ішемічної хвороби серця [31].

Ми провели пошукові дослідження з виявлення зв'язків між мембранним мітохондріальним потенціалом, ІА, показниками рівня здоров'я за методикою Г. Л. Апанасенка [7], показниками біологічного віку за В. П. Войтенком [21, 40], функціональним станом, визначеним, методом «Омега» та деякими біохімічними показниками в сироватці крові (рівень NO, гомоцистеїну [39], загального холестерину, тригліцеридів, глюкози, ліпопротеїдів високої щільності). Оброблення даних здійснювали факторним аналізом методом обертання головних компонент. Жодних суттєвих зв'язків, окрім зв'язку біологічного віку за Войтенком з рівнем здоров'я за Апанасенком, виявлено не було.

Варто зазначити, чому саме ІА було вибрано головним компонентом у дослідженні. Цей показник є похідним від співвідношення спонтанного апоптозу та апоптозу, індукованого *in vitro*, і був

близьким до 0,618... («золотого перетину») за відсутності ішемічної хвороби серця [32]. Це давало теоретичні підстави обрати його «маркером гармонійності» регуляторних процесів, пов'язаних з мембранним мітохондріальним потенціалом і мітохондріальним варіантом апоптозу, так як кількісна оцінка здоров'я базується, певним чином, також на мітохондріальній функції (аеробне енергоутворення) [8].

**Результати та їх обговорення.** Всі зазначені підходи, хоча і позиціонуються як «системні», все ж таки не охоплюють весь масштаб системності феномену здоров'я, і це пов'язано, очевидно, з тим фактом, який називають «великий організм» (населення, популяція, суспільство, соціум тощо) [5].

Необхідним кроком до системної оцінки здоров'я має стати розроблення структурної моделі на базі CASE-технологій.

CASE (від англ. Computer Aided Software Engineering) – сукупність методів і засобів проектування інформаційних систем, що дозволяє забезпечувати високу якість програм, відсутність помилок та простоту в обслуговуванні програмних продуктів.

Структурний підхід до проектування передбачає використання певних загальноприйнятих методологій.

SADT (Structured Analysis and Design Technique) виділяється серед сучасних методологій описання систем завдяки своєму широкому використанню.

IDEF0 – методологія функціонального моделювання, графічна нотація. Стандарт IDEF0 представляє систему як набір модулів з логічними зв'язками між функціями (роботами). Цей метод може забезпечити групову роботу над створенням моделі за участю всіх аналітиків та фахівців, зайнятих у рамках проекту.

Як CASE-засіб можливо використання ERwin (BRwin), що наглядно відображає складні структури даних, автоматизує безліч трудомістких задач у зручному для розуміння та обслуговування форматі (CAERwin® Process Modeler).

Структурний підхід передбачає декомпозицію (поділ) поставленої задачі на функції, які потрібно автоматизувати. В свою чергу, функції також поділяються на підфункції, задачі, процедури. В результаті виходить упорядкована ієрархія функцій та переданої інформації між функціями.

Для структурного моделювання необхідно виділення істотних компонент і точки зору.

Істотність визначається метою функціонування / існування системи. В такому разі показники максимального споживання кисню і адаптації цілком підходять для виконання декомпозиції у декілька кроків. Це пов'язано з тим, що енергопотенціал системи має пряме відношення до функції виживання / самозбереження, але є засобом досягнення мети, а не самою метою. Мета має надсистемний характер. Її можливо визначити як «призначення». І не факт, що ця інформація наявна в самій системі [37].

Значні труднощі полягають у тому, щоб обрати адекватну точку зору при структурному моделюванні людського життя. Цілком ймовірно, що людина як дослідник може не мати такої інформації у своєму розпорядженні а priori.

Маючи за мету вижити, адаптуватися соціально, реалізувати репродуктивну функцію та задовольнити різноманітні, зокрема і духовні потреби, людство існує як «суперорганізм», що сам творить свою історію та еволюцію [5].

Окрема людина як підсистема цього «суперорганізму» з точки зору «з середини» має небагато шансів отримати інформацію про мету існування над системи [1, 36]. Але цілком ймовірно, що використовуючи аналітичний апарат і технічні засоби системного моделювання, людина може відкрити для себе точку зору «з зовні», тобто, з надсистемного рівня відносно себе самої.

Почавши вивчати свою власну «організаційну діяльність» [15, 16], людство за майже 100 років створило цілий прошарок даних, якими раніше не володіло. Серед них дані про цілеполагання, цілеспрямування та, власне, про те, як і звідки виникають цільові функції, яким чином відбуваються самооцінка, самокорекція та еволюція складних гетерогенних систем [33].

На наш погляд, цих даних і методологічних інструментів цілком достатньо, щоб зробити суттєвий крок у системному оцінюванні здоров'я.

**Висновки.** Метою структурного проектування на основі системного оцінювання здоров'я є створення стандартної автоматизованої моделі індивідуального здоров'я людини, що буде системно чутливою до втручань з управління кінцевим результатом.

Першочергове завдання полягає в тому, щоб виділити показник аеробного енергоутворення як істотну компоненту індивідуального соматичного здоров'я.

**Література.**

1. Алексеев А. А. Системная медицина (от чего погибнет человечество?) / А. А. Алексеев, И. С. Ларионова, Н. А. Дудина. – М. : Эдиториал УРСС, 2000. – 568 с.
2. Амосов Н. М. Раздумья о здоровье / Н. М. Амосов. – К. : Здоров'я, 1990. – 168 с.
3. Ананьев Б. Г. О проблеме современного человекознания / Б. Г. Ананьев. – М. : Наука, 1977. – 381 с.
4. Ананьев Б. Г. Человек как предмет познания / Б. Г. Ананьев. – Л. : Издательство Ленинградского университета, 1968. – 399 с.
5. Апанасенко Г. Л. Биологическая деградация homo sapiens: пути противодействия / Г. Л. Апанасенко, В. А. Гаврилюк. – Saarbrücken : Palmarium Academic Publ., 2014. – 96 с.
6. Апанасенко Г. Л. Индивидуальное здоровье: теория и практика / Г. Л. Апанасенко, Л. А. Попова. – К. : Медкнига, 2011. – 108 с.
7. Апанасенко Г. Л. Медицинская валеология / Г. Л. Апанасенко, Л. А. Попова. – К. : Здоров'я, 1998. – 248 с.
8. Апанасенко Г. Л. Путь к планете здоровья / Г. Л. Апанасенко. – К. : Медкнига, 2015. – 152 с.
9. Апанасенко Г. Л. Санология (медичні аспекти валеології) / Г. Л. Апанасенко, Л. А. Попова, А. В. Магльований. – Львів : Кварт, 2011. – 303 с.
10. Апанасенко Г. Л. Человек: эволюция, здоровье, бессмертие / Г. Л. Апанасенко, В. А. Гаврилюк. – Винница : Вінницька газета, 2014. – 320 с.
11. Апанасенко Г. Л. Эволюция биоэнергетики и здоровье человека / Г. Л. Апанасенко. – СПб : Петрополис, 1992. – 123 с.
12. Афанасьев В. Г. Мир живого: системность, эволюция и управление / В. Г. Афанасьев. – М. : Политиздат, 1986. – 334 с.
13. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р. М. Баевский. – М. : Медицина, 1979. – 298 с.
14. Бауэр Э. С. Теоретическая биология / Э. С. Бауэр. – Л. : ВИЭМ, 1935. – 352 с.
15. Богданов А. А. Очерки организационной науки [Электронный ресурс] / А. А. Богданов // Пролетарская культура. – 1919. – № 7–10. – Режим доступа : [http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka\\_trudy/OcherkOrganizNaukBogdanov1922.pdf](http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka_trudy/OcherkOrganizNaukBogdanov1922.pdf)
16. Богданов А. А. Тектология: всеобщая организационная наука / Богданов А. А. – М. : Экономика, 1989. – (В 2 кн.).
17. Брехман И. И. Введение в валеологию – науку о здоровье человека / И. И. Брехман. – Л. : Наука, 1987. – 147 с.
18. Булич Э. Г. Здоровье человека: биологическая основа жизнедеятельности и двигательная активность в её стимуляции / Э. Г. Булич, И. В. Муравов. – К. : Олимпийская литература, 2003. – 424 с.
19. Василенко А. М. Максимальное потребление кислорода как критерий устойчивости человека к гипоксии, гипо- и гипертермии / А. М. Василенко // Косм. биол. и авиакосм. мед. – 1980. – № 6. – С. 3–10.
20. Венедиктов Д. Д. Здоровоохранение России: кризис и пути преодоления / Д. Д. Венедиктов. – М. : Медицина, 1999. – 197 с.
21. Войтенко В. П. Здоровье здоровых. Введение в санологию / В. П. Войтенко. – К. : Здоров'я, 1991. – 248 с.
22. Дартау Л. А. Здоровье человека и качество жизни: проблемы и особенности управления / Л. А. Дартау, Ю. Л. Мизерницкий, А. Р. Стефанюк. – М. : СИНТЕГ, 2009. – 400 с.
23. Захаров В. Н. Здоровье и болезнь. Факторы риска и первичная профилактика заболеваний. К валеологии / В. Н. Захаров. – М. : РИЦ ИСПИ РАН, 2002. – 177 с.
24. Игумен Лука. В поисках человека / Игумен Лука. – Курск : Курскстат, 2007. – 183 с.
25. Инфекционные болезни: проблемы адаптации / Ю. В. Лобзин, Ю. П. Финогеев, В. М. Волжанин [и др.]. – СПб : ЭЛБИ-СПб, 2006. – 392 с.
26. Козлов В. К. Введение в системную медицину: общие вопросы и методология, аспекты диагностики, профилактики и лечения / В. К. Козлов, С. В. Ярилов. – СПб : Санкт-Петербургская государственная медицинская академия им. И. И. Мечникова, 2010. – 550 с.
27. Кулиниченко В. Л. Современная медицина: трансформация парадигм теории и практики / В. Л. Кулиниченко. – К. : Центр практичної філософії, 2001. – 240 с.
28. Лазарев Н. В. Состояние повышенной неспецифической сопротивляемости / Н. В. Лазарев, Е. И. Люблина, М. А. Розин. // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 1959. – Т. 3, № 4. – С. 16–21.
29. Минцер О. П. Новая философия здоровья / О. П. Минцер // Материалы симпозиума «Здоровье в гармонии». – Киев, 1993. – С. 15–16.
30. Парин В. В. Напряжение миокарда и функциональный резерв сердца / В. В. Парин, Ф. З. Меерсон. – М., 1962. – 23 с.
31. Пат. 66076 А Україна, МПК G01N 33/53, G01N 1/28, G01N 33/48, G01N 1/30. Спосіб комплексної діагностики резистентності організму / Ігрунова К. М. ; опубл. 15.04.04, Бюл. № 4.
32. Пат. 65985 А Україна, МПК G01N 33/538. Спосіб оцінки функціонального резерву мононуклеарних клітин крові з використанням принципу «золотого перерізу» / Ігрунова К. М. ; опубл. 15.04.04, Бюл. № 4.
33. Пиаже Ж. Избранные психологические труды. Психология интеллекта. Генезис числа у ребенка. Логика и психология / Пиаже Ж. – М. : Просвещение, 1969. – 659 с.
34. Попечителей Е. П. Методы медико-биологических исследований. Системные аспекты / Е. П. Попечителей. – Житомир : ЖИТИ, 1997. – 186 с.
35. Попова Л. А. Человек в потоке перемен / Л. А. Попова. – К. : Інтерсервіс, 2015. – 198 с.

36. Рассел Б. Человеческое познание. Его сфера и границы / Б. Рассел. – М. : Издательство иностранной литературы, 1957. – 555 с.
37. Роменец В. А. Жизнь и смерть в научном и религиозном истолковании / В. А. Роменец, – К. : Здоров'я, 1989. – 191 с.
38. Силуянова И. В. Антропология болезни / И. В. Силуянова. – М. : Сретенский монастырь, 2007. – 304 с.
39. Фомин В. Гомоцистеин – новый фактор риска заболеваний сердечно-сосудистой системы / В. Фомин // Врач. – 2001. – № 7. – С. 35–37.
40. Чеботарев Д. Ф. Преждевременное (ускоренное) старение: причины, диагностика, профилактика и лечение / Д. Ф. Чеботарев, Ю. Т. Коршунов // Медицинский всевіт. – 2001. – Т. 1, № 1. – С. 28–38.
41. Шредингер Э. Что такое жизнь? С точки зрения физика / Э. Шредингер. – М. : Атомиздат, 1972. – 88 с.
42. Эйген М. Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул / М. Эйген. – М. : 1973. – 214 с.
43. Doll R. Prevention: some future perspectives / R. Doll. – Preventive Medicine. – 1978. – No. 4. – P. 486–492.

#### References.

1. Alekseev, A. A., Larionova, I. S., Dudina, N. A. (2000). Sistemnaya meditsina (ot chego pogibnet chelovechestvo?) [Systemic Medicine (from which mankind would perish?)]. Moscow: Editorial URSS [In Russian].
2. Amosov, N. M. (1990). Razdum'ya o zdorov'e [Thinking about health]. Kyiv: Zdorov'ya [In Russian].
3. Anan'ev, B. G. (1977). O probleme sovremennogo chelovekoznaniiya [On the problem of modern human study]. Moscow: Nauka [In Russian].
4. Anan'ev, B. G. (1968). Chelovek kak predmet poznaniya [Man as an object of knowledge]. Leningrad: Publishing House of Leningrad University [In Russian].
5. Apanasenko, G. L., Gavrilyuk, V. A. (2014). Biologicheskaya degradatsiya homo sapiens: puti protivodeistviya [The biological degradation of the homo sapiens: ways to counter]. Saarbrücken: Palmarium Academic Publ. [In Russian].
6. Apanasenko, G. L., Popova, L. A. (2011). Individual'noe zdorov'e: teoriya i praktika [Individual health: theory and practice]. Kyiv: Medkniga [In Russian].
7. Apanasenko, G. L., Popova, L. A. (1998). Meditsinskaya valeologiya [Medical valueology]. Kyiv: Zdorov'ya [In Russian].
8. Apanasenko, G. L. (2015). Put' k planete zdorov'ya [The way to the planet of health]. Kyiv: Medkniga [In Russian].
9. Apanasenko, G. L., Popova, L. A., Magl'ovani, A. V. (2011). Sanologiya (medichni aspekti valeologii) [Sanology (medical aspects of valeology)]. L'viv: Kvart [In Ukrainian].
10. Apanasenko, G. L., Gavrilyuk, V. A. (2014). Chelovek: evolyutsiya, zdorov'e, bessmertie [Man: evolution, health, immortality]. Vinnytsia: Vinnits'ka gazeta (Vinnytsia newspaper) [In Russian].
11. Apanasenko, G. L. (1992). Evolyutsiya bioenergetiki i zdorov'e cheloveka [Evolution of bioenergy and human health]. St. Petersburg: Petropolis [In Russian].
12. Afanas'ev, V. G. (1986). Mir zhivogo: sistemnost', evolyutsiya i upravlenie [The world of the living: systematic, evolution and management]. Moscow: Politizdat [In Russian].
13. Baevskii, R. M. (1979). Prognozirovaniye sostoyanii na grani normy i patologii [Prediction of states on the verge of norm and pathology]. Moscow: Medicine [In Russian].
14. Bauer, E. S. (1935). Teoreticheskaya biologiya [Theoretical biology]. Leningrad: AUIEM [In Russian].
15. Bogdanov, A. A. (1919). Ocherki organizatsionnoi nauki [Essays of organizational science]. Proletarskaya kul'tura (Proletarian culture), 7–10. Retrieved from [http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka\\_trudy/OcherkOrganizNaukBogdanov1922.pdf](http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka_trudy/OcherkOrganizNaukBogdanov1922.pdf) [In Russian].
16. Bogdanov, A. A. (1989). Tektologiya: vseobshchaya organizatsionnaya nauka [Tectology: general organizational science]. Moscow: Ekonomika [In Russian].
17. Brekhman, I. I. (1987). Vvedenie v valeologiyu – nauku o zdorov'e cheloveka [Introduction to valeology – the science of human health]. Leningrad: Nauka [In Russian].
18. Bulich, E. G., Muravov, I. V. (2003). Zdorov'e cheloveka: biologicheskaya osnova zhiznedeyatel'nosti i dvigatel'naya aktivnost' v ee stimulyatsii [Human health: biological basis of life and physical activity in its stimulation]. Kyiv: Olimpiyskaya literatura (Olympic literature) [In Russian].
19. Vasilenko, A. M. (1980). Maksimal'noe potrebleniye kisloroda kak kriterii ustoichivosti cheloveka k gipoksii, gipo- i gipertermii [Maximum oxygen consumption as a measure of human resistance to hypoxia, hypo- and hyperthermia]. Kosmicheskaya biologiya i aviakosmicheskaya meditsina (Space Biology and Aerospace Medicine), 6, 3-10 [In Russian].
20. Venediktov, D. D. (1999). Zdravookhraneniye Rossii: krizis i puti preodoleniya [Russian healthcare: crisis and ways to overcome]. Moscow: Medicine [In Russian].
21. Voitenko, V. P. (1991). Zdorov'e zdorovykh. Vvedeniye v sanologiyu [Health of healthies. Introduction to sanology]. Kyiv: Zdorov'ya [In Russian].
22. Dartau, L. A., Mizernitskii, Yu. L., Stefanyuk, A. R. (2009). Zdorov'e cheloveka i kachestvo zhizni: problemy i osobennosti upravleniya [Human health and quality of life: problems and management features]. Moscow: SINTEG [In Russian].
23. Zakharov, V. N. (2002). Zdorov'e i bolezni'. Faktory riska i pervichnaya profilaktika zabolevaniy. K valeologii [Health and disease. Risk factors and primary prevention of diseases. By valeology]. Moscow: Institute of Social and Political Studies of the RAS [In Russian].
24. Igumen Luka. (2007). V poiskakh cheloveka [In search of a man]. Kursk: Kurskstat [In Russian].
25. Lobzin, Yu. V., Finogeev, Yu. P., Volzhanin, V. M., Semena, A. V., Finogeev, Ju. P. (2006). Infektsionnye

- bolezni: problemy adaptatsii [Infectious diseases: problems of adaptation]. St. Petersburg: ELBI-SPb [In Russian].
26. Kozlov, V. K., Yarilov, S. V. (2010). Vvedenie v sistemnyuyu meditsinu: obshchie voprosy i metodologiya, aspekty diagnostiki, profilaktiki i lecheniya [Introduction to systemic medicine: general questions and methodology, diagnostic aspects, prevention and treatment]. St. Petersburg: St. Petersburg Mechnikov State Medical Academy [In Russian].
27. Kulinichenko, V. L. (2001). Sovremennaya meditsina: transformatsiya paradigmy teorii i praktiki [Modern medicine: the transformation of the paradigms of the theory and practice]. Kyiv: Tsentr praktichnoi filosofii (Centre for applied philosophy) [In Russian].
28. Lazarev, N. V., Lyublina, E. I., Rozin, M. A. (1959). Sostoyaniye povyshennoi nespetsificheskoi soprotivlyaemosti. Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya, 3(4), 16-21 [In Russian].
29. Mintser, O. P. (1993). Novaya filosofiya zdorov'ya [The new philosophy of health]. Materials of symposium «Zdorov'e v garmonii», Kyiv, 15-16 [In Russian].
30. Parin, V. V., Meerson, F. Z. (1962). Napryazheniye miokarda i funktsional'nyi rezerv serdtsa [Myocardium tension and cardiac functional reserve]. Moscow [In Russian].
31. Pat. 66076 A Ukraine, MPK G01N 33/53, G01N 1/28, G01N 33/48, G01N 1/30. Sposib kompleksnoi diagnostiki rezistentnosti organizmu [The method of complex diagnosis of organism resistance] / Igrunova K. M. ; publ. 15.04.04, Bul. No. 4 [In Ukrainian].
32. Pat. 65985 A Ukraine, MPK G01N 33/538. Sposib otsinki funktsional'nogo rezervu mononuklearnikh klitin krovi z vikoristannyam printsipu «zolotoho pererizu» [The method of assessment of functional reserve blood mononuclear cells using the principle of «golden section»] / Igrunova K. M. ; publ. 15.04.04, Bul. No. 4 [In Ukrainian].
33. Piaget, J. (1969). Izbrannyye psikhologicheskie trudy. Psikhologiya intellekta. Genezis chisla u rebenka. Logika i psikhologiya [Selected psychological works. Psychology of intelligence. The genesis of the child. Logic and psychology]. Moscow: Prosveshchenie [In Russian].
34. Popechitelev, E. P. (1997). Metody mediko-biologicheskikh issledovaniy. Sistemnye aspekty [Methods for biomedical research. System aspects]. Zhytomir: Zhytomyr Engineering and Technological Institute [In Russian].
35. Popova, L. A. (2015). Chelovek v potoke peremen [The man in the stream of changes]. Kyiv: Interservis [In Russian].
36. Rassel, B. (1957). Chelovecheskoe poznanie. Ego sfera i granitsy [Human knowledge. Its scope and limits]. Moscow: Izdatel'stvo inostrannoi literatury (Foreign Literature Publishing House) [In Russian].
37. Romenets, V. A. (1989). Zhizn' i smert' v nauchnom i religioznom istolkovanii [Life and death in the scientific and religious interpretation]. Kyiv: Zdorov'ya [In Russian].
38. Siluyanova, I. V. (2007). Antropologiya bolezni [Anthropology of illness]. Moscow: Sretensky monastery [In Russian].
39. Fomin, V. (2001). Gomotsistein – novyi faktor riska zabolevaniy serdechno-sosudistoi sistemy [Homocysteine – a new risk factor for cardiovascular disease]. Vrach, 7, 35-37 [In Russian].
40. Chebotarev, D. F., Korshunov, Yu. T. (2001). Prezhdevremennoe (uskorennoe) starenie: prichiny, diagnostika, profilaktika i lechenie [Premature (accelerated) aging: causes, diagnosis, prevention and treatment]. Medichnii vsesvit (Medical Universe), 1(1), 28–38 [In Russian].
41. Schrödinger, E. (1972). Chto takoe zhizn'? S tochki zreniya fizika [What is life? With mind and matter and autobiographical sketches]. Moscow: Atomizdat [In Russian].
42. Eigen, M. (1973). Samoorganizatsiya materii i evolyutsiya biologicheskikh makromolekul [Selforganization of matter and the evolution of biological macromolecules]. Moscow [In Russian].
43. Doll, R. (1978). Prevention: some future perspectives. Preventive Medicine, 4, 486-492.

УДК 616-073.178-003.96:611.972:612.014:612.133/.141  
DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2016.3.6755>

## ВИВЧЕННЯ АДАПТАЦІЙНИХ МЕХАНІЗМІВ ПРИ КОМПРЕСІЇ ПЛЕЧА МАНЖЕТОЮ

**Д. В. Вакуленко, Л. О. Вакуленко, О. В. Кутакова<sup>1</sup>**

*ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет  
імені І. Я. Горбачевського МОЗ України»*

<sup>1</sup>*Комунальна установа «Центральна районна лікарня» Житомирської районної ради*

Вивчено адаптаційні механізми організму щодо компресії плеча манжетою. Компресія плеча під час вимірювання артеріального тиску сприймається організмом як навантаження. Адаптація організму до компресії плеча у молодих людей (віком 18–20 років) супроводжується підвищенням активності периферійного (автономного), вегетативного, гіпоталамо-гіпофізарного рівнів регуляції діяльності серцево-судинної системи. Активність центральної нервової системи при цьому не зростає. Продовження досліджень із застосуванням часового та спектрального аналізу електрокардіограми в різних інтервалах дасть можливість в подальшому використовувати отриману інформацію для вивчення адаптаційної здатності окремих ділянок міокарда під час компресії плеча та під впливом інших факторів.

**Ключові слова:** ЕКГ, вимірювання артеріального тиску, компресія плеча манжетою, адаптаційні механізми.

## ИЗУЧЕНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ ПРИ КОМПРЕССИИ ПЛЕЧА МАНЖЕТОЙ

**Д. В. Вакуленко, Л. О. Вакуленко, О. В. Кутакова<sup>1</sup>**

*ДВНЗ «Тернопольский государственный медицинский университет  
имени И. Я. Горбачевского МОЗ Украины»*

<sup>1</sup>*Коммунальное учреждение «Центральная районная больница»  
Житомирского районного совета*

Изучено адаптационные механизмы организма в отношении компрессии плеча манжетой. Компрессия плеча во время измерения артериального давления воспринимается организмом как нагрузка. Адаптация организма к компрессии плеча у молодых людей (возраст 18–20 лет) сопровождается повышением активности периферического (автономного), вегетативного, гипоталамо-гипофизарного уровней регуляции деятельностью сердечно-сосудистой системы. Активность центральной нервной системы при этом не возрастает. Продолжение исследований с применением временного и спектрального анализа электрокардиограммы в различных интервалах позволит в дальнейшем использовать полученную информацию для изучения адаптационной способности отдельных участков миокарда во время компрессии плеча и под влиянием других факторов.

**Ключевые слова:** ЭКГ, измерение артериального давления, компрессия плеча манжетой, адаптационные механизмы.

STUDY OF COMPRESSION ADAPTATION MECHANISMS  
TO SHOULDER CUFFSD. V. Vakulenko, L. O. Vakulenko, O. V. Kutakova<sup>1</sup>*I. Ya. Horbachevsky Ternopil Medical State University of Ministry of Health of Ukraine*<sup>1</sup>*Municipal institution «Central District Hospital» Zhytomyr District Council*

It were studied the adaptive mechanisms of the organism to compression of shoulder with cuff. Shoulder compression during blood pressure measurements perceived by the body as stress. The adaptation of the body to the shoulder compression in young adults (18–20 years old) accompanied by an increased activity of peripheral, autonomic, hypothalamic-pituitary level of regulation of the cardiovascular system; but the activity of the central nervous system do not increasing. Extension studies using time and spectral analysis of ECG in various intervals will make it possible to re-use the obtained data to study the adaptive capacity of individual sections of the myocardium during compression of shoulder and under the influence of other factors.

**Key words:** ECG, blood pressure measurement, compression of shoulder with cuff, adaptive mechanisms.

**Вступ.** Серцево-судинні захворювання (ССЗ) – основна причина смертності у всьому світі. За даними ВООЗ щорічно від ССЗ помирають близько 17,5 млн. людей. При цьому, 80 % критичних станів, таких як інфаркт міокарда та інсульт, можна було попередити. Підвищений артеріальний тиск – основний фактор ризику розвитку серцево-судинних катастроф. Число хворих на артеріальну гіпертензію у світі становить близько 20–30 % населення.

Вимірювання артеріального тиску – основний метод виявлення хворих з артеріальною гіпертензією та є обов'язковою складовою обстеження кожного пацієнта. Компресію плеча манжеткою при цьому потрібно розглядати як навантаження на організм людини. Відбувається перерозподіл кровотоку в організмі, виникає больовий стрес, з перетисненою манжеткою та з розміщених дистальніше від місця стискання ділянок кінцівки поступають сигнали від різноманітних рецепторів про відсутність кровотоку, обміну киснем, поживними речовинами тощо [1]. Реакція серцево-судинної системи на компресію свідчить про рівень адаптаційних можливостей організму, стан координації між місцевими саморегуляторними механізмами та центральною нейрогуморальною регуляцією [2]. Вивчення процесів, які відбуваються в організмі під час вимірювання артеріального тиску, розширює та поглиблює інформаційні можливості дослідження стану серцево-судинної системи як індикатора адаптаційних реакцій цілісного організму.

**Мета роботи:** вивчити вплив компресії плеча манжеткою на діяльність серцево-судинної системи за допомогою математичного аналізу варіабельності серцевого ритму на підставі електрокардіограми

(ЕКГ), зареєстрованої до та під час вимірювання артеріального тиску; дослідити механізми, задіяні в процесі адаптації до компресії плеча манжеткою.

**Матеріали та методи дослідження.** Нами обстежено 55 молодих людей віком 18–20 років, без скарг на стан здоров'я. Проведено реєстрацію ЕКГ в першому стандартному відведенні до та під час вимірювання артеріального тиску. Для вивчення адаптаційної здатності вегетативної (автономної) нервової системи (ВНС) до компресії плеча манжеткою проводили аналіз варіабельності серцевого ритму за часовими [1, 2] та спектральними [2, 3] показниками. Вивченню підлягали розраховані показники інтервалів RR, PP, TT. Аналіз записів ЕКГ проводили в розробленій авторами програмі аналізу ЕКГ, артеріальних осцилограм, реограм та пульсограм [2]. Вказана програма дає можливість аналізувати біосигнали за часовим, спектральним, фрактальним, кореляційним, кластерним та статистичними методами аналізу, також проводити розрахунок різних співвідношень інтервалів.

**Результати та їх обговорення.** Часовий аналіз. Як оцінювані показники були обрані основні показники варіабельності серцевого ритму: частота серцевих скорочень, SDNN, RMSSD, Mo, AMo, pNN50, HVR-index, VR, VPR. Представляємо результати динаміки трьох останніх (рис. 1). Під час вимірювання артеріального тиску отримано достовірне зниження HVR-index – триангулярного індексу, VPR – вегетативного показника ритму, VR – варіаційного розмаху.

Зниження триангулярного індексу ( $p < 0,001$ ), може вказувати на посилений вплив симпатичної ланки ВНС і вище розташованих центрів регуляції серцевого ритму, реакцію нейрогуморальної систе-

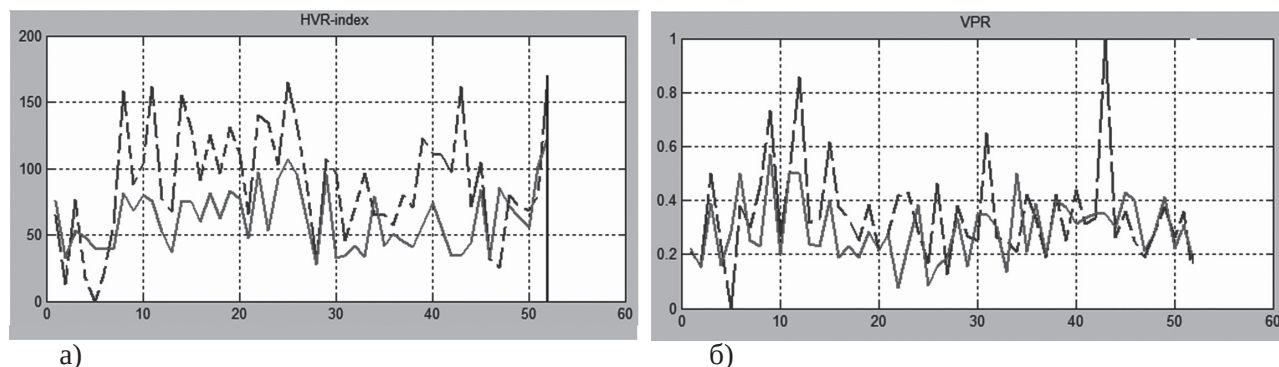


Рис. 1. Динаміка значень: а) триангулярного індексу (HVR-index), б) вегетативного показника ритму (VPR) ЕКГ до (переривчаста лінія) та під час (суцільна лінія) компресії плеча при вимірюванні артеріального тиску (55 осіб, вік 19–20 років)

ми, а також збільшення регулярності ритму. Зменшення варіаційного розмаху ( $p < 0,001$ ) свідчить про активацію симпатичної ланки. Достовірність указаних показників підтверджується їх односпрямованою динамікою, бо вважається, що вони еквівалентні. Зниження вегетативного показника ритму ( $p < 0,05$ ) вказує на активацію центральних механізмів регуляції та зниження впливу парасимпатичної ланки (вагусу) на синусовий вузол.

Спектральний аналіз. Для аналізу ритмограми застосували швидке перетворення Фур'є в діапазоні спектру від 0,003 Гц до 0,4 Гц. Він формується чотирма видами хвиль різного походження: HFint, LFint, VLFint та ULFint. Спектральний аналіз дозволяє розкласти ритмограму на складові її хвилі і кількісно оцінити вклад кожної з них [4].

Спектральний аналіз серед 55 досліджуваних, що не мали скарги на здоров'я засвідчив, що вимірювання артеріального тиску викликає напруження адаптаційних механізмів, сприяє підвищенню потужності спектру LFint (низьких) і VLFint (наднизьких) та HFint (швидких) хвиль в загальному спектрі (рис. 2 а, б, в).

Значення потужності сектру HFint (рис. 3 в) – хвилі високої частоти (0,15–0,4 Гц) – достовірно збільшувалось ( $p < 0,001$ ), що вказує на зростання активності парасимпатичного кардіоінгібіторного центру довгастого мозку, що реалізуються через блукаючий нерв під впливом компресії плеча.

LFint – потужність хвиль (0,04–0,15 Гц) низької частоти, відображає активність симпатичних центрів довгастого мозку (кардіостимулюючого та вазоконстрикторного), систему регуляції судинного тону. Реалізуються через вплив симпатичної і парасимпатичної систем, але переважно за рахунок імпульсів від верхнього грудного симпатичного ганглія. Достовірне ( $p < 0,001$ ) збільшення LFint

під час вимірювання артеріального тиску свідчить про активацію симпатичної ланки ВНС.

VLFint (0,003–0,04 Гц) – повільні хвилі другого порядку, дуже низькочастотні хвилі – відображають активність центральних ерготропних і гуморально-метаболических механізмів регуляції серцевого ритму. Реалізується через зміни вмісту в крові гормонів (ренін, ангіотензин, альдостерон тощо).

Дослідження показують, що вимірювання артеріального тиску сприймається організмом як навантаження. Це проявляється збільшенням спектру повільних і дуже повільних хвиль, що вказує на активацію симпатичної ланки вегетативної нервової системи та зростання рівня централізації системи кровообігу. При цьому залучаються вищі рівні регуляції, задіюючи центральну ланку за рахунок активації гуморально-метаболических механізмів. Підвищення потужності хвиль високої частоти під час вимірювання артеріального тиску вказує на підвищення адаптаційних механізмів організму обстежених за рахунок активації парасимпатичної системи.

Загальна потужність спектру VCP Totalint (рис. 2 г) – абсолютний рівень активності регуляторних систем (діапазон частот  $\leq 0,4$  Гц), що відображає вплив симпатичного та парасимпатичного відділів автономної системи, сумарний ефект впливу на серцевий ритм усіх рівнів регуляції. Цей показник характеризує періодичні процеси в ритмі серця. Зростання Totalint дозволяє судити про підвищення загальної потужності, вказує на активацію симпатичного відділу автономної нервової системи. При навантаженні на організм спостерігається збільшення частоти серцевих скорочень і загальної потужності спектру зі зростанням відносної долі низькочастотних компонентів. Між вегетативними симпатичними і гуморальними контурами, як і

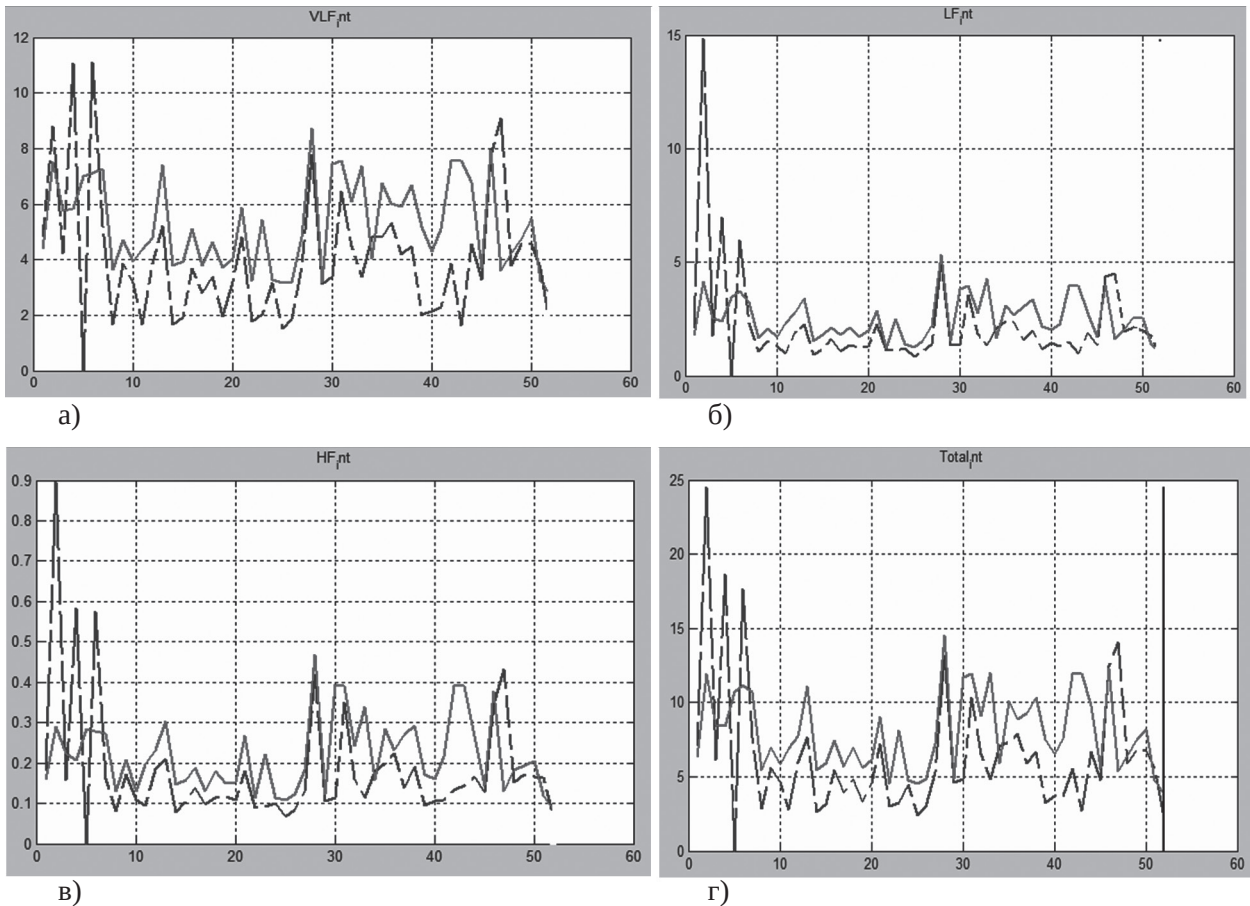


Рис. 2. Динаміка потужності спектру: а) VLFint, б) LFnT, в) HFint, г) Totalint визначений у 55 обстежених до (переривчаста лінія) та під час (суцільна лінія) компресії плеча

між вегетативними парасимпатичними і симпатичними, в живому організмі чіткої межі провести неможливо. В цілісному контурі регуляції всі його складові діють як єдиний ансамбль, і організм реагує на вплив (зовнішній, внутрішній стрес будь-якої природи і інтенсивності) як цілісна система [1]. Отже, при вимірюванні артеріального тиску у молодих людей 18-20 років підвищення загальної потужності спектру свідчить про високі адаптаційні можливості організму.

**Хвилі мозкової активності.** Здійснення ритмічної активності серця можливе лише при існуванні певних фазових співвідношень між коливальними мозковими і серцевими процесами. Найбільш важливий аспект, що зв'язує хвилі мозкової активності зі здоров'ям людини – здатність змінювати ці стани у відповідності з вимогами ситуації [3]. Система управління цими ритмами функціонально і морфологічно входить у склад єдиної адаптаційної вертикалі, що забезпечує перебіг адаптаційних реакцій до умов зовнішнього та внутрішнього середовища [1].

При аналізі електрокардіограм з метою моніторингу біоелектричної активності мозку застосували спектральний аналіз ЕКГ. Для визначення потужності спектру мозгової активності використано перетворення Фур'є, для потужностей миттєвої частоти – Гільберта – Хуанга до самого сигналу, а не інтервалограми [2, 3].

Ритми хвиль активності мозку діляться залежно від їх частот (бета, альфа, тета, дельта). Указані показники визначали до вимірювання артеріального тиску та під час компресії плеча. За перетворенням Фур'є достовірно зменшення ( $p < 0,05$ ) спостерігалось лише для потужності спектру альфа. В інших діапазонах мозкової активності достовірні зміни були відсутні. Активність альфа (9–13 Гц) хвиль проявляється в період сенсорного спокою, розумової релаксації, медитації. Зменшення потужності спектру вказаного діапазону (за відсутності динаміки з боку інших частот) може бути свідченням характеру мобілізації мозкової активності до компресії плеча.

В той же час при вивченні потужності миттєвої частоти, розрахованої за перетворенням Гільберта–

Показники потужності спектру мозкової активності до та під час компресії плеча манжетою

Показник	до компресії		з компресією		
	М	m	М	m	p
Alpha	0,784	0,252	0,691	0,230	< 0,05
DeltaH	0,015	0,001	0,012	0,001	< 0,05
TetaH	0,046	0,002	0,036	0,002	< 0,05
AlphaH	0,096	0,004	0,072	0,004	< 0,05
BetaH	0,295	0,013	0,215	0,012	< 0,05

Примітка. Показники з індексом Н відображають потужності миттєвої частоти, розраховані за перетворенням Гільберта – Хуанга (DeltaH, TetaH, AlphaH, BetaH), а без вказаного індексу – потужність спектру за перетворенням Фур'є (Alpha)

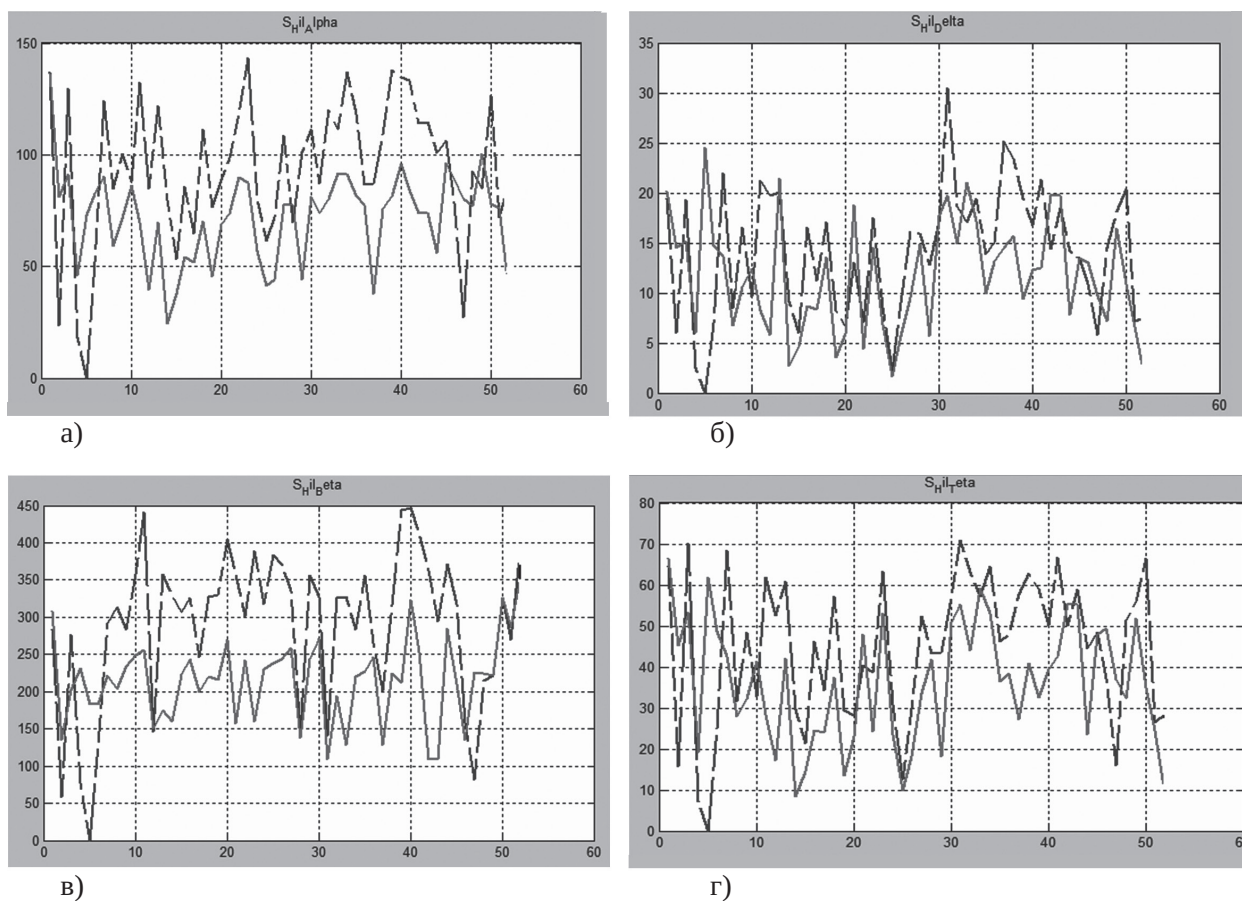


Рис. 3. Динаміка показників миттєвої фази за перетворенням Гільберта –Хуанга: а) альфа-хвиль, б) бета-хвиль, в) дельта-хвиль, г) тета-хвиль до (переривчаста лінія) та під час (суцільна лінія)

Таблиця 2

**Показники часового, спектрального частотного аналізу інтервалів RR, PP та TT до та під час компресії плеча манжетою**

Показник	Досліджуваний інтервал														
	RR					PP					TT				
	до компресії		з компресією			до компресії		з компресією			до компресії		з компресією		
	М	m	М	m	p	М	m	М	m	p	М	m	М	m	p
BP	0,27	0,02	0,25	0,02	< 0,05	0,311	0,019	0,275	0,016	<0,05	0,348	0,025	0,339	0,027	>0,4
VPR	0,35	0,02	0,29	0,02	< 0,02	0,399	0,029	0,328	0,017	<0,01	0,446	0,033	0,406	0,033	>0,15
HVR	90,7	5,7	62,2	4,9	< 0,001	89,2	5,7	61,1	3,2	<0,001	88,3	3,6	60,0	2,2	<0,001
VLF <sub>int</sub>	4,120	0,317	5,259	0,297	< 0,001	4,234	0,332	5,367	0,234	<0,001	4,323	0,344	5,410	0,232	<0,001
LF <sub>int</sub>	2,218	0,307	2,515	0,239	< 0,001	2,235	0,303	2,547	0,136	<0,001	2,286	0,297	2,680	0,155	<0,001
HF <sub>int</sub>	0,186	0,021	0,219	0,019	< 0,001	0,198	0,023	0,228	0,012	<0,001	0,211	0,027	0,246	0,015	<0,001
Total <sub>int</sub>	6,523	0,607	7,993	0,527	<0,05	6,667	0,622	8,141	0,379	<0,05	6,820	0,644	8,337	0,396	< 0,05

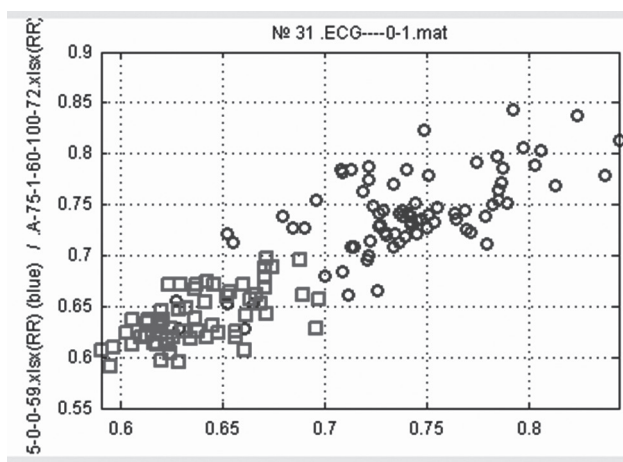


Рис. 4. Скатерограма юнака Р, 18 років (притаманна для усієї досліджуваної вибірки), отримана за аналізом інтервалів RR ЕКГ, зареєстрованої до (круглі) та під час (квадратні відмітки) компресії плеча

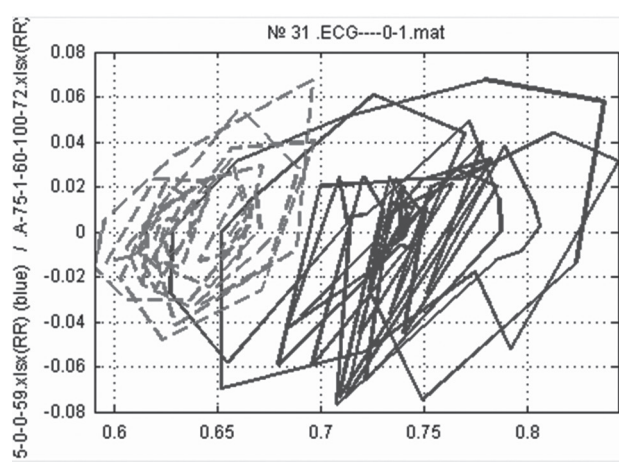


Рис. 5. Хаосограма юнака Р, 18 років (притаманна для усієї досліджуваної вибірки), отримана за аналізом інтервалів RR ЕКГ, зареєстрованої до (суцільна лінія) та під час (переривчаста лінія) компресії плеча

Хуанга (від 0 Гц до 3 кГц), ми отримали її достовірне зменшення в діапазонах альфа, бета, тета, дельта ( $p < 0,001$ ), що може свідчити про рівень миттєвих процесів мозкової активності (табл. 1, рис. 3).

Як видно з табл. 1 та рис. 3, при вимірюванні артеріального тиску у 55 осіб за результатами аналізу ЕКГ спостерігалась участь мозкових процесів в адаптації до компресії плеча. Слід відмітити, що

миттєва частота та фаза є чутливим динамічним індикатором мозкових регуляторних процесів. Використані методи аналізу не є загальноприйнятими у кардіології і потребують більш глибокого анатомо-фізіологічного вивчення та обґрунтування.

Нами проведено порівняльний аналіз динаміки часових та спектральних частотних показників інтервалів RR, PP та TT (табл. 2).

Вивчення динаміки показників часового (HVR-index, VPR та VR та спектрального (VLF, LF, HF, TP) аналізу інтервалів RR, PP та TT електрокардіосигналу до та під час компресії плеча засвідчило наступне. Зареєстровано зниження показників часового аналізу. При цьому достовірні зміни на компресію спостерігались в інтервалах RR та PP. В інтервалі TT достовірність була притаманна лише триангулярному індексу.

Динаміки показника **VPR** при адаптації на компресію плеча в TT інтервалі мала найбільший розкид. Показники спектрального аналізу достовірно змінювались в усіх (RR, PP, TT) інтервалах. Вважаємо, більш поглиблене вивчення динаміки окремих інтервалів ЕКГ може бути в подальшому використане для вивчення та оцінки адаптаційної здатності окремих ділянок міокарда до компресії плеча чи інших впливів.

**Геометричний метод аналізу показників ВСП.** З метою візуалізації аналізу ВСП і оцінки отриманих показників використано геометричний метод, а саме – побудову двомірної скатерограми та хаосограми.

Скатерографія – кореляційна ритмографія. Для прикладу використано скатерограму юнака Р., 18 років, притаманну для усієї досліджуваної вибірки (рис. 4), зареєстровану до та під час компресії плеча манжетою.

Як бачимо з рис. 4, до вимірювання артеріального тиску «хмаринка» не симетрична, з нечіткими контурами зовнішніх країв, численними відсівами. Під час вимірювання артеріального тиску під впливом компресії манжетки «хмаринка» стала більш оформленою, скупченою, без численних відсівів, зміщена більш вліво по відношенню до вихідної. Отримані дані вказують на активацію симпатичної ланки ВНС під час вимірювання артеріального тиску.

Хаосограма – призначена для аналізу нелінійних «хаотичних» коливань. При оцінці хаосограми даного обстеженого (рис. 5) отримуємо аналогічні результати. Зміщення хаосограми вліво та її концентрація вказують на активацію симпатичної ланки ВНС під час вимірювання артеріального тиску.

**Висновки.** 1. Компресія плеча під час вимірювання артеріального тиску сприймається організмом як навантаження.

2. Адаптація організму до компресії плеча у молодих людей (18-20 років) супроводжується підвищенням активності периферійного (автономного),

вегетативного, гіпоталамо-гіпофізарного рівнів регуляції діяльності серцево-судинної системи. Активність центральної нервової системи при цьому не зростає.

3. Продовження досліджень із застосуванням часового та спектрального аналізу ЕКГ в різних інтервалах дасть можливість в подальшому використовувати отриману інформацію для вивчення адаптаційної здатності окремих ділянок міокарду під час компресії плеча та під впливом інших факторів.

#### Література.

1. Баевский Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М. : Медицина, 1997. – 265 с.
2. Вакуленко Д. В. Інформаційна система морфологічного, часового, частотного та кореляційного аналізу артеріальних осцилограм у фізичній реабілітації : монографія / Д. В. Вакуленко. – Тернопіль : ТДМУ, 2015. – 212 с.
3. Смирнов К. Ю. Разработка и исследование методов математического моделирования и анализа биоэлектрических сигналов / К. Ю. Смирнов, Ю. А. Смирнов. – Санкт-Петербург : Научно-исследовательская лаборатория «ДИНАМИКА», 2001. – 60 с.
4. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // Circulation. – 1996. – Vol. 93, No. 5. – P. 1043–1065.

#### References.

1. Baevskii, R. M., Berseneva, A. P. (1997). Otsenka adaptatsionnykh vozmozhnostei organizma i risk razvitiya zabolevanii [Evaluation of adaptive capabilities of the organism, and the risk of diseases]. Moscow: Medicine [In Russian].
2. Vakulenko, D. V. (2015). Informatsiina sistema morfologichnogo, chasovogo, chastotnogo ta korelyatsiinogo analizu arterial'nikh ostsilogram u fizichnii reabilitatsii [Information system of morphological, time, frequency and correlation analysis of arterial waveforms in physical rehabilitation]: a monograph. Ternopil': TDMU [In Ukrainian].
3. Smirnov, K. Yu., Smirnov, Yu. A. (2001). Razrabotka i issledovanie metodov matematicheskogo modelirovaniya I analiza bioelektricheskikh signalov [Development and research of methods of mathematical modeling and analysis of bioelectric signals]. Sankt-Peterburg: Research laboratory «DINAMIKA» [In Russian].
4. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Circulation, 93(5), 1043-1065.

УДК 57.087.1

DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2016.3.6756>

## СИСТЕМА ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДА ДІАГНОСТИКИ ПНЕВМОНІЙ ПАСИВНОЮ ЕХОЛОКАЦІЄЮ

А. Є. Апікова, Д. О. Федотов, В. А. Клименко<sup>1</sup>, К. О. Яновська<sup>1</sup>

*Харківський національний університет радіоелектроніки*

<sup>1</sup>*Харківський національний медичний університет*

У статті описано конструкцію обладнання для реалізації способу діагностики пневмонії методом пасивної ехолокації. Діагностика здійснюється завдяки прослуховуванню, ідентифікації та виявленню місця положення джерел патологічних шумів у дихальній системі пацієнта. Пристрій розроблено спеціально для реалізації способу діагностики пневмонії методом пасивної ехолокації та випробувано. Отримані записи акустичних сигналів дихального патерну мають високу якість, сам пристрій зручний та простий у використанні.

**Ключові слова:** пневмонія, аускультация, пасивна ехолокація, дихальний патерн, бронхофонографія, АЧХ.

## СИСТЕМА ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДА ДІАГНОСТИКИ ПНЕВМОНІЙ ПАСИВНОЮ ЕХОЛОКАЦІЄЮ

А. Е. Апилова, Д. А. Федотов, В. А. Клименко<sup>1</sup>, Е. А. Яновская<sup>1</sup>

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

<sup>1</sup>*Харьковский национальный медицинский университет*

В статье описана конструкция оборудования для реализации способа диагностики пневмонии методом пассивной эхолокации. Диагностика осуществляется благодаря прослушиванию, идентификации и выявлению местоположения источников патологических шумов в дыхательной системе пациента. Устройство разработано специально для реализации способа диагностики пневмонии методом пассивной эхолокации и испытано. Полученные записи акустических сигналов дыхательного паттерна имеют высокое качество, само устройство удобно и просто в использовании.

**Ключевые слова:** пневмония, аускультация, пассивная эхолокация, дыхательный паттерн, бронхофонография, АЧХ.

## SYSTEM FOR IMPLEMENTATION OF METHOD FOR PNEUMONIA DIAGNOSING BY PASSIVE ECHOLLOCATION

A. E. Apikova, D. O. Fedotov, V. A. Klymenko<sup>1</sup>, K. O. Yanovska<sup>1</sup>

*Kharkiv National University of Radioelectronics*

<sup>1</sup>*Kharkiv National Medical University*

The article describes the design of equipment for implementing the method of diagnosis of pneumonia by the method of passive echolocation. Diagnosis is done through listening, identify and determine the place of the provisions of pathological noise sources in the respiratory system of the patient. The device is specially designed for implementation of the method of diagnosis of pneumonia by the method of passive echolocation and tested. The recordings of acoustic signals of respiratory pattern are of high quality, the device itself is convenient and easy to use.

**Key words:** pneumonia, auscultation, passive sonar, breathing pattern, bronchophonography, frequency response.

**Вступ.** Пневмонія є головною інфекційною причиною смертності дітей (15 % усіх випадків смерті серед дітей до 5 років ) в усьому світі. У 2013 році від пневмонії померло 935 тис. дітей у віці до 5 років [7].

Тому своєчасна та точна діагностика цього захворювання має велике значення в лікуванні. Чим раніше виявлено проблему, з якою має справу лікар-пульмонолог, тим більше шансів запобігти ускладнень захворювання.

Для вислуховування дихальних шумів були запропоновані електронні стетоскопи з підсилювачем звуку. Такі стетоскопи не дуже поширені у практиці лікарів з причини високої ціни та слабкої чутності складних шумів. Це пов'язано з тим, що на наш час не існує підсилювачів, спроможних забезпечити однаково добре підсилення усіх частот укупі. Також стетоскоп сконструйований як закрита акустична система, що складається з контактної воронки, закритої мембраною, акустичні властивості якої міняються залежно від сили натиску, полімерних м'яких трубочок та навушників. Крім того, на якість аускультативної інформації впливають також шуми серця і зовнішні умови проведення обстеження.

Коли лікар проводить аускультативну інформацію, він намагається з'ясувати місце знаходження джерела патологічних шумів та за характером звуку виявляє вид патології. Від характеру аускультативних звуків залежить клінічний діагноз [9]. Іноді при вислуховуванні виникають звуки, які неможливо ідентифікувати внаслідок їх нечіткості та слабкої сили, або зовнішні шуми, що є завадами. Тоді лікар сумнівається, до якої патології вони належать.

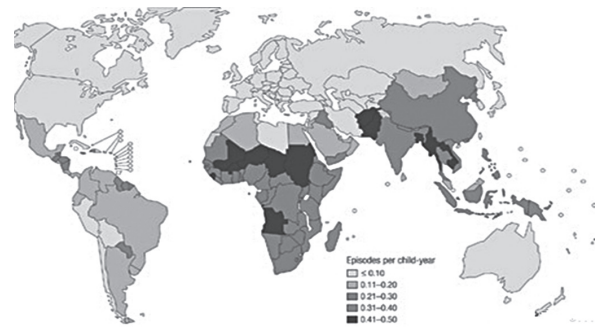


Рис. 1. Розповсюдження у відсотках дитячої смертності від пневмоній у світі [7]

Також для новонароджених та дітей молодшого віку процес аускультативної інформації має складнощі та обмеження. При проведенні вислуховування маленька дитина часто плаче, не може виконувати прохання лікаря щодо контрольованого дихання. Не використовують для новонароджених спірометрію та пікфлоуметрію [2].

Для запобігання помилкових діагнозів та поліпшення роботи лікаря при постановці діагнозу у випадку недостатньої кількості даних, ВООЗ запропонувала використовувати наступний алгоритм:

Як видно з алгоритму (рис. 2), при підозрі на пневмонію є рекомендація на проведення рентгенографії. Цей спосіб надає інформацію про розташування запального процесу у легенях пацієнта у вигляді затемнених ділянок. Спосіб досить інформативний, але має побічний ефект у вигляді рентгеновського випромінювання. Провести таке дослідження новонародженому досить складно, оскільки мала дитина постійно рухається та не виконує прохання лікаря.



Рис. 2. Алгоритм прийняття рішення при діагностиці бронхолегеневих захворювань

Крім аускультативної та рентгенографічної, існують інші досить інформативні та безпечні методи діагностики. До таких методів можна віднести перкусію. Вона полягає у вислуховуванні звучання ділянок грудної клітки при її простукуванні. Для автоматизації процесу на тіло пацієнта подають різні акустичні коливання та намагаються виявити місця запалення за тоном резонансних відкликів. Таким чином можна визначити тонографію, а по ній – стан внутрішніх структур тіла. Проблему автоматизації процесу перкусійного методу вирішили за рахунок апарату *Locarphony*, котрий дозволив знімати двовірні акустичні зображення патологічних змін внутрішніх органів пацієнта. Принцип роботи цього апарату полягає у тому, що на тіло пацієнта накладають випромінювачі акустичних збуджуючих сигналів і мікрофони. При проходженні через тіло пацієнта, від випромінювача до приймача, акустичний сигнал проникає крізь різні внутрішні структури. При запальних процесах внутрішні органи, зазвичай, збільшуються у розмірах та наповнюються рідиною, наприклад, збільшується кровонаповнення. Тому акустичний сигнал на виході з тіла має змінений тон за наявності патологічних процесів, що дозволяє також визначити розміри органів. Частотний діапазон *Locarphony* становить від 300 Гц до 3000 Гц, при цьому точність отриманого зображення патології у площині дорівнює 2-3 мм [11]. Така точність зумовлена розмірами акустичного приймача. Недоліком цього методу є побудова лише двовірного зображення патологічного процесу. Вказаний метод не може виявити глибину залягання запальних процесів та прослухати і ідентифікувати характер звуків, які безпосередньо створюються при пневмонії.

Наступним методом вислуховування акустичних феноменів в легенях пацієнта є бронхофонографія. Це дослідження, засноване на об'єктивному комп'ютерному аналізі різних характеристик дихальних шумів. Метод використовують для обстеження усіх вікових категорій пацієнтів. У ньому візуалізація порушень дихальної системи базується на дослідженні частотно-амплітудних характеристик дихальних шумів. Для реалізації методу створено комп'ютерний акустичний діагностичний комплекс «Паттерн – 01» з програмним забезпеченням *PatternMAK* [5]. Принцип методу полягає у реєстрації дихальних шумів за допомогою акустичних приймачів з високою чутливістю та широким спектром частот. Метод дозволяє фіксувати часову діаграму, пропорційну акустичному шуму, який викликаний запальними процесами та виникає

при диханні. Недоліками методу та його реалізації є те, що діагностується лише вид бронхолегеневої патології, а виявити, у якій частині дихальної системи знаходиться патологія, неможливо. Трубку із загубником, в якій розташовано датчик, неможливо пристосувати до немовлят, а використовувана в цій ситуації маска може спричинити незручності – малі діти та непритомні пацієнти не можуть контролювати дихання.

Підводячи підсумки, маємо наступні проблеми, які потребують вирішення: дослідження повинно бути безпечним, швидким та зручним для усіх вікових категорій; отримані сигнали мають бути досить інформативними для способу пасивної ехолокації; мають вилучатися з основного сигналу сторонні шуми; підсилення складного сигналу повинне бути без порушення його амплітудно-частотних характеристик.

**Мета роботи:** створення спеціальної системи для автоматизації процесу аускультативної та реалізації способу діагностики пневмонії пасивною ехолокацією.

**Матеріали та методи дослідження.** Для того, щоб вирішити поставлені задачі, по-перше, треба вирішити, у який спосіб діагностична система отримуватиме інформацію від тіла пацієнта. Для реалізації способу діагностики пасивною ехолокацією потрібен акустичний сигнал, що надходить відразу з декількох датчиків, які розташовуються навколо грудної клітки. Далі сигнал має підсилюватись, фільтруватись та перетворюватись з аналогового на цифровий і проходити подальшу обробку обчислювальною системою за допомогою програмного забезпечення. Спосіб пасивної ехолокації відповідає вимогам безпеки.

На рис. 3 представлена структурна схема діагностичної системи для реалізації способу пасивної ехолокації.

Матриця акустичних датчиків являє собою набір мікрофонів, що закріплюються на поверхні шкіри пацієнта навколо грудної клітки. Таке розташування датчиків дозволяє приймати акустичні сигнали, утворювані патологією всередині тіла пацієнта, одночасно з різних аускультативних точок. Кожен з датчиків має віртуальну координату  $D(x, y, z)$ . Завдяки цьому у програмному забезпеченні комп'ютера відбувається розрахунок положення у віртуальному просторі джерела шуму.

Для найбільш зручної у використанні форми матриці акустичних датчиків та змоги використання її у немовлят і дітей молодшого віку, мікрофони мають бути як змога меншими. Уся конструкція,

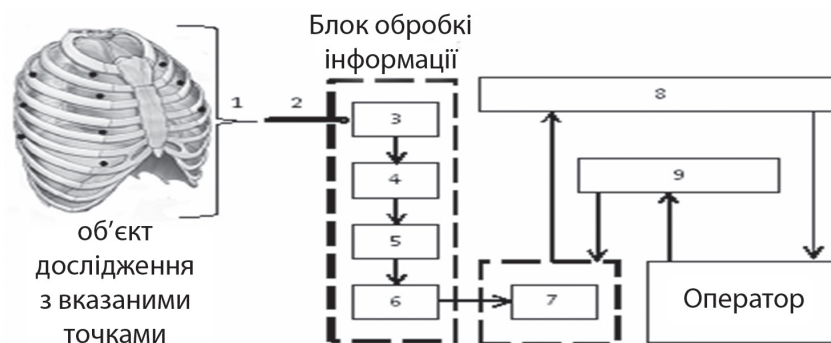


Рис. 3. Структурна схема діагностичної системи для реалізації способу діагностики пневмоній: 1 – матриця акустичних датчиків, що накладається на грудну клітку пацієнта; 2 – шина передачі акустичного сигналу; 3 – мультиплекс; 4 – підсилювач; 5 – набір акустичних фільтрів; 6 – аналого-цифровий перетворювач; 7 – програмне забезпечення комп'ютеру; 8 – блок графічного відображення; 9 – блок керування

при закріпленні на тілі, не повинна заважати рухам або диханню. Мікрофон, який найбільш підходить за характеристиками – MEMS Analog Devices ADMP801 [10]. Розміри цього мікрофона становлять лише  $3,35 \times 2,5 \times 0,9$  мм. Крім того, він має переваги перед звичайними електретними мікрофонами: стійкий до дії зовнішнього середовища, має низький рівень шуму, що дуже актуально в діагностиці бронхолегеневих захворювань, характеризується дуже низьким рівнем енергоспоживання (17 мкА при напрузі 1В). Даний мікрофон призначений для використання у слухових апаратах, але може використовуватись і в інших медичних пристроях завдяки малим розмірам, зручності монтажу та іншим вказаним перевагам.

Блок обробки містить послідовно поєднані мультиплексор, підсилювач і набір акустичних фільтрів і поєднаний з набором акустичних датчиків шиною. У цьому блоці акустичний сигнал

з датчиків обробляється для наступної передачі до комп'ютеру.

Мультиплексор призначено для почергового перемикавання між мікрофонами. Це дає змогу підключати діагностичну систему до цифрового входу мікрофону на комп'ютері. Черговість та швидкість перемикавання між датчиками керується блоком керування.

Підсилювач у цій схемі потрібен для підсилення акустичного сигналу. Основною проблемою використовуваних у медичній техніці підсилювачів є низька точність підсилення через методичну похибку та похибки несиметрії системи, відсутність можливості налаштування необхідного загального коефіцієнта підсилення, відсутність врахування фазового зсуву та частотного діапазону перетворення, неможливість спряження аналогових та цифрових компонентів. Для запобігання зазначених недоліків найкраще для діагностичної системи використати підсилювач напруги з адаптивним коефіцієнтом перетворення [6]. Вказаний підсилювач дає змогу налаштувати коефіцієнт підсилення та характеризується широким частотним діапазоном і мінімальним фазовим зсувом, що є дуже важливим для ідентифікації дихальних шумів, та пошуку їх на ранніх стадіях захворювання.

Набір акустичних фільтрів існує для зручності виділення необхідних діапазонів. Для аналізу використовується загальний діапазон від 200 Гц до 12 600 Гц. У свою чергу, для зручності аналізу отриманого сигналу, останній розподіляється набором акустичних фільтрів на три діапазони. Перший діапазон від 200 Гц до 1200 Гц – сюди потрапляє везикулярне та саккадоване дихання. Другий діапазон має межі від 1200 Гц до 5000 Гц – тут прослуховуються шуми тертя плеври. Та третій діапазон

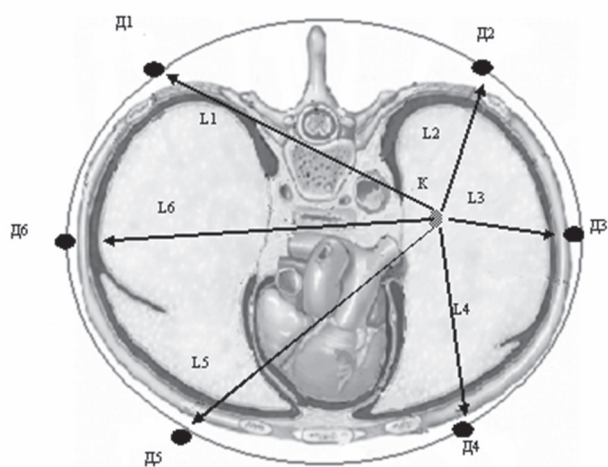


Рис. 4. Схематичне зображення розташування датчиків (Дп), джерела шуму (К) та напрямків руху шуму до датчиків всередині тіла пацієнта (Ln) у поперечній площині

від 5000 Гц до 12 600 Гц – до нього потрапляють бронхіальне дихання та крепітації. При цьому нормальне дихання прослуховується на частотах від 180 Гц до 350 Гц. Різноманітні хрипи прослуховуються на усіх трьох частотах [3, 4, 8].

Аналого-цифровий перетворювач, що розташований після набору акустичних фільтрів, необхідний для перетворення сигналу з аналогового на цифровий. Це робиться для того, щоб підготувати сигнал до передачі у програмне середовище комп'ютера.

Після перетворень у блоці обробки акустичний сигнал потрапляє до комп'ютеру, де у програмному середовищі проходить остаточну обробку згідно зі способом діагностики пневмоній методом тривимірної візуалізації.

Прослуховування та запис акустичних феноменів проходить у зручному для пацієнта положенні тіла, не викликає неприємних відчуттів. Дослідження проводиться безперервно, до тих пір, доки не будуть отримані дані, достатні для розпізнавання акустичних феноменів, якщо вони відбуваються.

Але дослідження триває не більше декількох хвилин, щоб запобігти спричиненню незручностей пацієнту. Надалі аускультацию можна припинити та розпочати проведення обробки отриманого сигналу.

Пристрій для діагностики пневмоній працює наступним чином. Сигнал запального процесу формується всередині грудної клітки пацієнта. Мікрофони матриці 1 датчиків сприймають цей сигнал. З мікрофонів сигнал надходить на шину 2, яка поєднана з мультиплексором 3 всередині блоку обробки. З блоку обробки мультиплексор 3 керує почерговим перемиканням мікрофонів. Сигнал з кожного окремого мікрофона почергово проходить через мультиплексор 3 та спрямовується на підсилювач 4, де підлягає підсиленню. Далі сигнал потрапляє у набір акустичних фільтрів 5. У цьому блоці сукупний сигнал розподіляється на 3 діапазони, зазначені вище. Після цього кожен з діапазонів сигналу підлягає перетворенню з аналогового на цифровий у аналого-цифровому перетворювачі 6, з якого вже направляється до

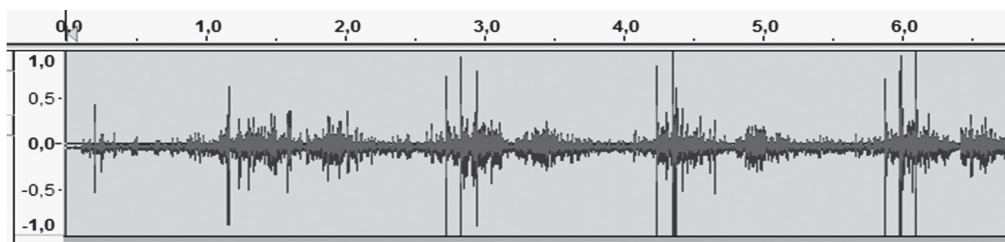


Рис. 5. Відображення отриманого за допомогою діагностичної системи дихального патерну, що містить крепітації

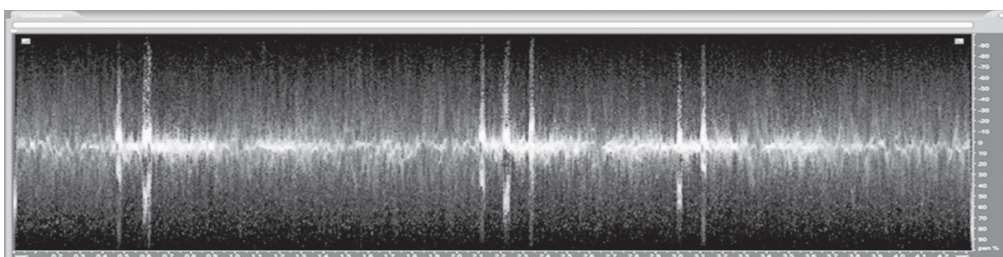


Рис. 6. Спектр дихального патерну (рис. 5), що містить крепітації

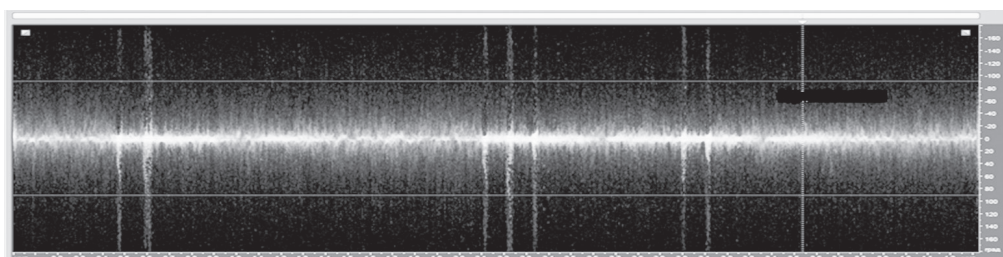


Рис. 7. Спектр дихального патерну еталону, що містить крепітації

комп'ютеру. Програмне забезпечення 7, що знаходиться у комп'ютері, отримує сигнал від блоку обробки. Сигнал у програмному забезпеченні обробляється під керуванням оператора. Оператор керує остаточною обробкою сигналу у програмному забезпеченні 7 через блок керування 9. Після закінчення обробки сигналу отримані дані потрапляють на блок графічного відображення 8, де лікар може їх ідентифікувати. Запис аудіофайлів здійснюється у форматі MP3.

Оцінка роботи пристрою проводилась порівняльним аналізом отриманих акустичних сигналів з еталонами, які використовуються для навчання студентів медичних вузів та для підвищення кваліфікації лікарів [1].

**Результати та їх обговорення.** На рис. 5 представлено акустичний запис дихального патерну, отриманого за допомогою описаної в цій статті діагностичної системи. Запис було розкладено на спектр і результат представлено на рис. 6.

Якщо зіставити за допомогою автокореляційної функції спектри, представлені на рис. 6 та рис. 7, можна побачити, що їх образи збігаються. Така збіжність свідчить про високу чутливість діагностичної системи до слабких шумів дихального патерну та правильну її роботу.

**Висновки.** Отримані результати акустичних сигналів відповідають даним класифікації аускультативних шумів [3, 4, 8]. Така відповідність дає змогу зробити висновок, що розроблене обладнання у повній мірі реалізує поставлені задачі.

Пристрій для діагностики пневмоній при реалізації має суттєві переваги характеристик. Невеликі розміри датчиків надають можливість проводити діагностику пневмоній у новонароджених та дітей молодшого віку. Пристрій надає можливість отримувати більш достовірну інформацію, що відображає усю картину обструктивного захворювання легенів, вже на першому обстеженні дозволяє отримати достовірний результат без проведення додаткових досліджень.

Запропоноване рішення ефективно вирішує поставлені завдання, а саме: система пристосована до роботи з методом пасивної ехолокації та є зручною для пацієнтів будь-якого віку; використання набору акустичних фільтрів, підсилювача та подальшої програмної обробки у купі дало змогу позбавитися від зайвих шумів; набір акустичних фільтрів дозволяє підвищити точність за рахунок розподілу сукупного сигналу на окремі частоти з відсіканням частот кардіальних шумів; використання підсилю-

вачів для кожної окремої частоти сигналу запобігає порушенню амплітудно-частотних характеристик; проведення дослідження цілком безпечно для пацієнта.

#### Література.

1. Аускультация легких [Электронный ресурс] / Emergency Medical Help. – Режим доступа : <http://www.emhelp.ru/>
2. Восканян А. Г. Пневмония. Особенности течения и лечение больных астмой [Электронный ресурс] / А. Г. Восканян, А. А. Восканян // Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования». – 2007. – № 6 (часть 2). – С. 20–32. – Режим доступа : <http://www.science-education.ru/24>
3. Катилев А. В. Дискуссионные вопросы методики оценки аускультации лёгких у детей / А. В. Катилев, С. В. Зайков, Д. В. Дмитриев // Дитячий лікар. – 2011. – № 5 (12). – С. 19–26.
4. Манджони С. Секреты клинической диагностики / С. Манджони ; пер. с англ. – М. : БИНОМ, 2004. – 608 с.
5. Пат. № 2354285 С1 РФ, МПК А61В5/00, А61В5/08. Способ акустического спектрального анализа обструктивных заболеваний легких / Гусейнов А. А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «ДГМА ФАЗ СР». – № 2007133969/14; заявл. 11.09.07; опубл. 10.05.2009, Бюл. № 13.
6. Пат. України № 86534 У, МПК H03F 5/00, H03N 11/00. Підсилювач напруги з адаптивним коефіцієнтом перетворення / Сліпченко М. І., Федотов Д. М., Федотов Д. О., Крук О. Я.; заявник та патентовласник Харківський національний університет радіоелектроніки. – № u201302919 ; заявл. 11.03.2013 ; опубл. 10.01.2014, Бюл. № 1.
7. Пневмония [Электронный ресурс] / ВОЗ (официальный сайт). – Информационный бюллетень № 331. – Ноябрь 2015 г. – Режим доступа : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs331/ru/>
8. Проблемы регистрации и классификации шумов дыхания человека / И. В. Вовк, В. Т. Гринченко, Л. Г. Красный, А. П. Макаренко // Акустический журнал. – 1994. – Т. 40, № 1. – С. 50–60.
9. Справочник педиатра / [В. Г. Арсентьев, О. О. Булыгина, Н. В. Гончар и др.] ; под ред. проф. Н. П. Шабалова. – СПб. : Питер, 2014. – 3-е изд. – (Серия «Спутник врача»). – С. 412–418.
10. ADMP801 Hearing Aid Omnidirectional MEMS Microphone [Electronic resource] / Med Device Online. – Retrieved from : <http://www.meddeviceonline.com/doc/admp-hearing-aid-omnidirectional-mems-microphone-0001>
11. Locaphony – new acoustical method of express functional medicine diagnostics / V. Svet, J. Blinkov, S. Nikolaev, V. Murashev // XI Session of the Russian Acoustical Society. Moscow, November 19-23, 2001.

**References.**

1. Lungs auscultation. Retrieved from Emergency Medical Help <http://www.emhelp.ru/> [In Russian].
2. Voskanyan, A. G., Voskanyan, A. A. (2007). Pnevmoniya. Osobennosti techeniya i lechenie bol'nykh astmoi [Pneumonia. Features of the course and treatment of patients with asthma]. E-journal *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* (Problems of modern science and education), 6(part 2), 20-32. Retrieved from <http://www.science-education.ru/24> [In Russian].
3. Katilov, A. V., Zaikov, S. V., Dmitriev, D. V. (2011) Diskussionnye voprosy metodiki otsenki auskul'tatsii legkikh u detei [Discussion on the assessment of lung auscultation in children]. *Dityachii likar*, 5(12), 19-26 [In Russian].
4. Mandzhoni S. (2004) *Sekrety klinicheskoi diagnostiki* [Secrets of clinical diagnostics]. Moscow: BINOM [In Russian].
5. Guseinov, A. A. (2009). Sposob akusticheskogo spektral'nogo analiza obstruktivnykh zabolevanii legkikh [Method of spectral analysis of acoustic obstructive pulmonary disease]. Pat. No. 2354285 S1 RF, MPK A61V5/00, A61V5/08 [In Russian].
6. Slipchenko, M. I., Fedotov, D. M., Fedotov, D. O., Kruk, O. Ya. (2014). Pidsilyuvach naprugi z adaptivnim koefitsientom peretvorenniya [Amplifier with adaptive voltage conversion ratio]. Pat. Ukraine No. 86534 U, MPK H03F 5/00, H03H 11/00 [In Ukrainian].
7. Pneumonia. Fact sheet N°331. Retrieved Nov 2015 from WHO Media centre, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs331/ru/> [In Russian]/
8. Vovk, I. V., Grinchenko, V. T., Krasnyi, L. G., Makarenko, A. P. (1994). Problemy registratsii i klassifikatsii shumov dykhaniya cheloveka [Problems of registration and classification of human breath noise]. *Akusticheskii zhurnal* (Acoustical Physics), 40(1), 50-60 [In Russian].
9. Shabalov, N. P. (Ed.). (2014). *Spravochnik pediatra* [Pediatrician handbook] (3rd ed.). St. Petersburg: Piter [In Russian].
10. ADMP801 Hearing Aid Omnidirectional MEMS Microphone. Retrieved from Med Device Online, <http://www.meddeviceonline.com/doc/admp-hearing-aid-omnidirectional-mems-microphone-0001>
11. Svet, V., Blinkov, J., Nikolaev, S., Murashev, V. (2001, November 19-23). Locaphony – new acoustical method of express functional medicine diagnostics. XI Session of the Russian Acoustical Society. Moscow.

УДК 61:007

DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2016.3.6757>

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ МЕТОДОМ ПОТЕНЦІЙНИХ ФУНКЦІЙ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ НЕВРОЛОГІЧНИХ ХВОРОБ

В. З. Стецюк, А. Й. Савицький, Т. П. Іванова<sup>1</sup>,  
Г. М. Федушка<sup>1</sup>, А. О. Остапова

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»*

<sup>1</sup>*Національна дитяча спеціалізована лікарня «ОХМАТДИТ»*

В статті запропоновано спосіб допомоги лікарю неврологічного відділення НДСЛ «ОХМАТДИТ» при постановці діагнозу в умовах відсутності ключового симптому. Програмне забезпечення цього комплексу складається з одного блоку, який націлений на розпізнавання невідомої хвороби та допомоги-консультації лікарю. Описано методи та інструменти, що були використані при створенні програмного комплексу.

**Ключові слова:** неврологія, інформатизація, диференційна діагностика, гіпотеза, розпізнавання образів, потенціальна функція, інтерфейс користувача.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ МЕТОДОМ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

В. З. Стецюк, А. И. Савицкий, Т. П. Иванова<sup>1</sup>,  
Г. М. Федушка<sup>1</sup>, А. О. Остапова

*Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»*

<sup>1</sup>*Национальная детская специализированная больница «ОХМАТДЕТ»*

В статье предложен способ помощи врачу неврологического отделения НДСБ «ОХМАТДЕТ» при постановке диагноза в условиях отсутствия ключевого симптома. Программное обеспечение этого комплекса состоит из одного блока, направленного на распознавание неизвестного заболевания и помощь-консультацию врачу. Описаны инструменты и методы, использованные при создании программного комплекса.

**Ключевые слова:** неврология, информатизация, дифференциальная диагностика, гипотеза, распознавание образов, потенциальная функция, интерфейс пользователя.

## DIFFERENTIAL DIAGNOSTICS MODEL RESEARCH BY MEANS OF THE POTENTIAL FUNCTIONS METHOD FOR NEUROLOGY DISEASES CLASSIFICATION

V. Z. Stetsyuk, A. J. Savytskyi, T. P. Ivanova<sup>1</sup>,  
H. M. Fedushka<sup>1</sup>, A. O. Ostapova

*National Technical University of Ukraine  
«Kyiv polytechnic institute»*

<sup>1</sup>*National children specialized hospital «OKHMATDYT»*

Informatization in medicine offers a lot of opportunities to enhance quality of medical support, accuracy of diagnosis and provides the use of accumulated experience. Modern program systems are utilized now as additional tools to get appropriate advice.

This article offers the way to provide help for neurology department doctor of NCSH «ОКНМАТДЫТ» during diagnosis determining. It was decided to design the program system for this purpose based on differential diagnostic model.

The key problems in differential diagnosis are symptoms similarity between each other in one disease group and the absence of key symptom. Therefore the differential diagnostic model is needed. It is constructed using the potential function method in characteristics space. This characteristics space is formed by 100–200 points – patients with their symptoms.

The main feature of this method here is that the decision function is building during recognition step united with learning that became possible with the help of modern powerful computers.

**Key words:** neurology, informatization, differential diagnostics, hypothesis, pattern recognition, potential function, user interface.

**Вступ.** Сьогодні, коли науково-технічний прогрес крокує все швидше та швидше, спостерігається стрімке впровадження інформаційних технологій у медицину. Потенційні можливості лікаря значно розширюються за допомогою сучасних потужних інформаційних систем. Це означає швидкість, якість, великі можливості.

На тепер у медицині актуальними є системи, що не замінюють людину, як інструмент, а виконують роль консультанта. До такого напрямку можна віднести різні програми, що допомагають встановити той чи інший діагноз, базуючись на диференційній діагностиці.

Впровадження такої системи дозволяє в умовах відсутності деяких симптомів або схожості з іншими хворобами визначити хворобу пацієнта. Програма пропонує найбільш правдоподібний діагноз на базі накопиченого досвіду. Але в цьому випадку треба пам'ятати одну дуже важливу річ:

комп'ютерна програма не замінює людину цілком, вона лише допомагає «звузити коло», а саме рішення повинна приймати людина, базуючись на своїх знаннях.

**Мета роботи:** створення помічника-консультанта лікаря в постановці діагнозу в умовах схожості з іншими хворобами на основі дослідних даних хвороб, що були визначені раніше.

**Матеріал та методи дослідження.** Для вирішення поставленого завдання, а саме для створення помічника-консультанта лікаря дитячого неврологічного відділення Національної дитячої спеціалізованої лікарні «ОХМАТДИТ» МОЗ України, наразі створюється програма. Першим етапом є збір дослідних даних для побудови моделі розпізнавання. Об'єктом дослідження є дитяче неврологічне відділення. В ході дослідження здійснюється аналіз медичної документації та режим роботи центру, що включає в себе медичні бланки та анкети.

Таблиця 1

#### Диференційна діагностика цервікогенного головного болю

Односторонній біль	Переважаю жінки	Зменшення рухливості шиї	Біль в області рук	Механічна провокація нападу	Діагноз
1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	-1	1
1	-1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1
-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	0	-1

В основі роботи програмного комплексу лежить побудова моделі диференційної діагностики на основі дослідних даних.

Кожен діагноз, який встановлює лікар, є диференціальним діагнозом – зважуванням кожного симптому та його оцінюванням. Таблиця дослідних даних складається із логічних векторів, кожен з яких є набором значень ознак (симптомів). Таблиця будується таким чином:

- кожен стовпець відповідає одній ознаці (симптому);
- кожний рядок описує логічний вектор для одного із об'єктів – пацієнта.

Для процесу навчання табл. 1 доповнюється справа стовпцем, що відповідає гіпотезі. Відповідними значеннями гіпотези є:

- +1 – якщо підтвердилась перша гіпотеза;
- 1 – якщо справедлива друга гіпотеза;
- 0 – якщо діагноз невідомий.

Перші чотири рядки таблиці відповідають першій гіпотезі – цервікогенний головний біль, наступні чотири – другій гіпотезі (головний біль напруження);

Побудова моделі здійснюється, в свою чергу, за допомогою одного з методів розпізнавання образів – метода потенціальних функцій.

Фундаментальне значення для розпізнавання має поняття вирішальної функції. Вирішальна функція – це математичний вираз, що утворений із значень ознак, за допомогою якого досліджується проблема розпізнавання шляхом підстановки значень і аналізу отриманого результату.

Для побудови вирішальної функції застосовується алгоритм навчання, за допомогою якого на основі експериментальних даних визначаються параметри вирішальної функції.

Метод потенційних функцій заснований на використанні вирішальної функції виду:

$$\Phi = \sum_{i=1}^m \varphi(x, x^i) \gamma_i, \quad (1)$$

де  $x$  – вектор, що описує стан досліджуваної системи,  $x^i$  – логічний вектор з таблиці експериментальних даних,  $\gamma_i = 1$ , якщо вектор належить першому образу,  $\gamma_i = -1$ , якщо вектор належить другому образу,  $\varphi(x, a)$  – потенційна функція для векторів  $x = (x_1, \dots, x_n)$  і  $a = (a_1, \dots, a_n)$ . Потенціальна функція  $\varphi(x, a)$  визначається наступним чином:

$$\varphi(x, a) = \frac{1}{\rho^2(x, a) + \varepsilon} \quad (2)$$

$$\text{де } \rho^2(x, a) = \sum_{j=1}^n (x_j - a_j)^2.$$

Особливість застосування цього методу тут полягає в тому, що вирішальна функція будується у процесі розпізнавання, що стало можливим завдяки сучасним потужним комп'ютерам. Це, в свою чергу, суттєво спрощує програмне забезпечення.

Для створення програми застосовуються сучасні засоби та інструменти розробки інформаційних систем. До таких засобів належить продукт Microsoft Visual Studio – сучасне потужне середовище для розробки програмного забезпечення. За допомогою технології Windows Form розробляється простий та зручний інтерфейс користувача, що дуже важливо враховувати в роботі лікаря. Принцип роботи програми – одновіконний, тобто немає необхідності запам'ятовувати послідовність натискання кнопок та відкриття вікон, вся робота здійснюється в одному вікні. Програмний код написаний за допомогою високорівневої мови програмування C#.

**Результати та їх обговорення.** В результаті цієї роботи очікується створення програми-консультанта на персональному комп'ютері лікаря.

Однією з основних цілей, яка стоїть перед лікарем неврологічного відділення в процесі його роботи, є вчасне і точне встановлення діагнозу для забезпечення подальшого правильного лікування.

В ході роботи з розроблюваною програмою у лікаря має бути можливість без додаткових зусиль та навчання вміти користуватись нею, тому основною особливістю має бути зручність програмного інтерфейсу та зведення до мінімуму ручного введення даних.

Розроблювана система за своїм призначенням повинна виконувати розпізнавання невідомої хвороби та визначення діагнозу, що допоможе лікарю прийняти правильне рішення, базуючись на своїх знаннях та досвіді. Окрім того, необхідно запровадити можливість визначення діагнозу за допомогою декількох алгоритмів.

Необхідною умовою використання даного програмного комплексу є наявність моделюючої вибірки вже відомих хвороб. Для цього кількість вхідних даних може сягати 100–200 точок в просторі ознак (для підвищення точності можна використовувати більшу кількість).

**Висновки.** Отже, проаналізувавши функції даної системи, можна сказати, що впровадження такої програми значно полегшить роботу лікаря неврологічного відділення та віддасть великі переваги,

серед яких особливо необхідно виділити точність встановлення діагнозу в умовах схожості з іншими хворобами та відсутності контрольного симптому.

#### Література.

1. Васильев В. И. Распознающие системы : справочник / В. И. Васильев. – Киев : Наукова думка, 1969. – 292 с.
2. Нойес Б. Привязка данных в Windows Forms / Б. Нойес ; пер. с англ. – М. : Бином-Пресс, 2009. – 632 с.
3. Славин М. Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях / М. Б. Славин. – М.: Медицина, 1989. – 304 с.
4. Троелсен Э. Язык программирования C# 2008 и платформа .NET 3.5 / Э. Троелсен ; пер. с англ. – М.: И. Д. Вильямс, 2011. – (4-е изд.) – 1344 с.
5. Хэгглин Р. Дифференциальная диагностика внутренних заболеваний / Р. Хэгглин ; пер. С нем. Н. П. Вельмина, Э. Р. Левицкого, Т. И. Меерзон, В. С. Мойсеева. – М. : Триада-Х, 1997. – 794 с.
6. Шилдт Г. C# 4.0: полное руководство / Г. Шилдт; пер. С англ. – М. : ИД Вильямс, 2011. – 1056 с.

#### References.

1. Vasil'ev, V. I. (1969). Raspoznayushchie sistemy : spravochnik [Recognition systems : a handbook]. Kyiv: Naukova dumka [In Russian].
2. Noys, B. (2009). Privyazka dannykh v Windows Forms [Data Binding with Windows Forms]. Moscow: Binom-Press [In Russian].
3. Slavin, M. B. (1989). Metody sistemnogo analiza v meditsinskikh issledovaniyakh [System analysis methods in medical research]. Moscow: Meditsina [In Russian].
4. Troelsen, A. (2011). Yazyk programmirovaniya C# 2008 i platforma .NET 3.5 [Pro C# 2008 and the .NET 3.5 Platform]. Moscow: Vil'yams Publ. [In Russian].
5. Hegglin, R. (1997). Diferentsial'naya diagnostika vnutrennikh zabolevanii [Differential diagnosis of internal diseases]. Moscow: Triada-X [in Russian].
6. Shildt, H. (2011). C# 4.0 : polnoe rukovodstvo [C# 4.0 : The Complete Reference]. Moscow: Vil'yams Publ. [In Russian].

УДК 616.14-005.6-092.4/.9(048.8)

DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2016.3.6758>

## ІСНУЮЧІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МОДЕЛІ ВЕНОЗНОГО ТРОМБОЗУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

**В. В. Бойко, В. О. Прасол, Д. В. Оклей,  
І. А. Тарабан, П. О. Болдизар<sup>1</sup>**

*ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії імені В. Т. Зайцева НАМН України»*

*<sup>1</sup>Ужгородський національний університет*

На підставі аналізу великого обсягу даних літератури, присвячених моделюванню тромботичних станів в експериментах на лабораторних тваринах, зроблено висновок, що в даний час є опис безлічі моделей венозного тромбозу. Однак найпростішим, відтвореним і найменш травматичним є метод S. Wessler і співавт. (1959): поєднання венозного застою і гіперкоагуляції за рахунок введення активованого фактора згортання.

**Ключові слова:** венозний тромбоз, експериментальна модель.

## ИМЕЮЩИЕСЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ВЕНОЗНОГО ТРОМБОЗА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

**В. В. Бойко, В. А. Прасол, Д. В. Оклей,  
И. А. Тарабан, П. А. Болдизар<sup>1</sup>**

*ГУ «Институт общей и неотложной хирургии имени В. Т. Зайцева НАМН Украины»*

*<sup>1</sup>Ужгородский национальный университет*

На основании анализа большого объема данных литературы, посвященных моделированию тромботических состояний в экспериментах на лабораторных животных, сделан вывод, что в настоящее время описано множество моделей венозного тромбоза. Однако самым простым, воспроизводимым и наименее травматичным является метод S. Wessler и соавт. (1959): сочетание венозного застоя и гиперкоагуляции за счет введения активированного фактора свертывания.

**Ключевые слова:** венозный тромбоз, экспериментальная модель.

## EXISTING EXPERIMENTAL MODELS OF VENOUS THROMBOSIS (REVIEW)

**V. V. Boiko, V. O. Prasol, D. V. Oklei,  
I. A. Taraban, P. O. Boldizhar<sup>1</sup>**

*SI «Institute of General and Emergency Surgery named V. T. Zaytsev NAMS of Ukraine»*

*<sup>1</sup>Uzhgorod National University*

Based on the analysis of a large volume of the literature data concerning simulation of thrombotic conditions in laboratory animals under experimental conditions, the authors discuss various models of venous thrombosis. The method proposed by S. Wessler et al. (1959) is considered to be the simplest, most readily reproducible, and least invasive one. It consists of a combination of venous hyperemia and hypercoagulation induced by the administration of an activated coagulation factor.

**Key words:** venous thrombosis, experimental method.

**Вступ.** Необхідність моделювання венозного тромбозу в експерименті найчастіше пов'язана з вивченням антитромботичної активності різних лікарських речовин і ефективності різних хірургічних маніпуляцій. Для цих цілей дослідники в основному використовують метод S. Wessler і співавт. [40] (поєднання застою і гіперкоагуляції) в різних його модифікаціях. У класичній моделі S. Wessler і співавт. [40] на кроликах стану гіперкоагуляції досягають за рахунок введення гетерологічної сироватки (наприклад, сироватки крові людини) або активованого фактора згортання, після чого створюється венозний стаз.

**Основна частина.** Пізніше була показана можливість використання цього методу на інших тваринах (собаках і щурах) і з іншими агентами, що активують тромбоутворення. Зокрема, J. M. Herbert і співавт. [20] викликали венозний тромбоз перев'язкою нижньої порожнистої вени у щурів з попередніми внутрішньовенним введенням тканинного тромбoplastину. L. Kaplanoglu і співавт. [33] формували тромб в експерименті на щурах в області черевної нижньої порожнистої вени також за допомогою методу S. Wessler.

M. M. Dрозд і співавт. [2, 3] через певні проміжки після введення досліджуваної антитромботичної речовини активували систему згортання сироваткою людини. Потім перев'язували сантиметрову ділянку вени, яку не використали для введення речовин.

Для створення венозного тромбозу також застосовують тільки перев'язку венозного стовбура або установку на нього затиску [7–9, 15, 16, 18, 19, 22, 28, 36, 37].

J. Zhou і співавт. [21] для отримання тромбозу нижньої порожнистої вени у щурів здійснювали її перев'язку на період від 15 до 60 хв. Легування призводило до швидкої дилатації нижньої порожнистої вени, і через 60 хв. тромби були виявлені у всіх щурів. Невеликі тромби були виявлені у більшості тварин вже через 15 хв. після перев'язки. Тромби були багаті фібрином з агрегованими тромбоцитами, з лейкоцитами й еритроцитами. Більшість тромбів виникало на місці пошкодження ендотелію. Імуногістохімічний аналіз показав експресію тканинного фактора ендотеліальними клітинами і лейкоцитами.

В літературі [30, 34] є рекомендації щодо часткової перев'язки магістральної вени. P. Pottier і співавт. [10] розробили першу модель на тваринах, в якій венозний застій може бути відкаліброва-

ний шляхом зміни ступеня стенозу нижньої порожнистої вени. У моделі присутній попередній тромботичний стан у щурів, створений за рахунок часткової перев'язки нижньої порожнистої вени.

I. C. Іванов і співавт. [1] в своїх дослідженнях застосовували метод, описаний I. Reyers і співавт. [31]. Для цього тварин вводили в наркоз (внутрішньочеревно уретан, 1 г/кг), розкривали черевну порожнину, виділяли порожнисту вену і перев'язували її бавовняною ниткою дистальніше лівої ниркової вени, після чого черевну порожнину пошириво ушивали. Через 2 год. проводили лапаротомію, ділянку вени довжиною 7 мм резеціювали. Тромб виділяли з просвіту судини, надлишок крові видаляли фільтрувальним папером. Оцінювали масу вологого тромбу.

J. Millet і співавт. [27] поєднували сольові промивання з наступним венозним стазом. Було показано, що промивка індукує дискретні ендотеліальні пошкодження. При цьому максимальної маси тромб досягав через 15 хв. впливу. А в 1996 р. J. Millet і співавт. [14] використовували гомологічну сироватку як тромбогенний агент в експериментах на щурах.

K. Ungersböck і співавт. [35] моделювали тромбоз верхнього сагітального синуса у щурів шляхом повільної ін'єкції суспензії каолін-кефалін після передньої і задньої перев'язки сагітального синуса. Місцевий мозковий кровотік вимірювали за допомогою лазерної доплерівської флоуметрії. Дослідження показали, що венозний синус-тромбоз розвивається поступово, при цьому основні паренхіматозні ушкодження головного мозку проявляються тільки тоді, коли тромб поширюється до кортикальних вен.

Була розроблена модель оборотного тромбозу верхнього сагітального синуса у щурів. Тромбоз викликали місцевим застосуванням хлориду заліза. Оклюзія була підтверджена магнітно-резонансною ангіографією. За відсутності лікування розвивався дифузний набряк мозку без інфарктів і кровотеч [23]. Подібну методику для отримання тромбозу верхнього сагітального синуса у мишей (із застосуванням FeCl<sub>3</sub> і фотоактивації флюоресцеїна) використовували в своїх експериментах M. Nagai і співавт. [32].

Також для моделювання судинних тромбозів застосовують різні травматичні моделі. Зокрема, P. Gorman і співавт. [12] моделювали тромбози шкірних судин у щурів шляхом створення опікового «гребеня» з ураженням на всю товщину на спині за допомогою латунного бруска.

Останнім часом для індукції венозного тромбозу в експерименті часто застосовується лазерний вплив. У процесі використання теплового лазера металевий наконечник лазерного катетера («гарячий наконечник») вводили транс'югулярно в дистальний відділ нижньої порожнистої вени. Пошкодження здійснювали лазерними імпульсами різної інтенсивності (4-7 Вт). Однак на підставі результатів роботи був зроблений висновок про те, що діапазон потужності термічного лазерного впливу, який викликає тромбоз або ж теплову перфорацію судини, занадто вузький, щоб забезпечити безпечно клінічне застосування цього методу [26].

Для отримання тромбозу в дрібних брижових судинах (15–25 мкм), в тому числі венулах, з метою вивчення антитромботичних препаратів і реакції тромбоцитів, використовували аргонний лазер. Лазерний промінь індукував травму судинної стінки, пов'язану з пошкодженням ендотеліальних клітин. Тромб формувався протягом декількох секунд після лазерної травми і швидко зростав. Агрегати могли бути вимиті потоком крові, але тромб формувався знову протягом хвилини. Було зроблено висновок про особливу роль тромбоцитів в венозному тромбозі, індукованому лазерним променем [5]. Дана модель була застосована для оцінки антикоагулянтного ефекту ацетилсаліцилової кислоти в надмалих дозах [4, 6, 11].

*F. Doutremepuich і співавт.* [17] вивчали вплив базового рівня фібриногену в плазмі крові на ризик тромбоемболічних ускладнень в патогенезі післяопераційного або посттравматичного тромбозу. Метою експерименту була оцінка наслідків впливу різних доз фібриногену на утворення тромбів у щурів. Для формування тромбу пошкоджували ендотеліальні клітини лазером і вводили фібриноген через вени пеніса в різних дозах (50, 100 і 200 мг/кг). Результат оцінювали через 120 хв після ін'єкції. Показано, що вплив фібриногену збільшує

кількість емболій і тривалість емболізації. Таким чином, існує позитивна кореляція між підвищенням концентрації фібриногену в плазмі крові і високим ризиком тромбоемболічних ускладнень.

*Y. Saito і співавт.* [13] використовували експериментальну модель венозної оклюзії при фотодинамічному тромбозі у щурів. Після анестезії щури отримували внутрішньочеревно 0,2 мл 10 % натрію флюоресцеїна за 15 хв. до лазерної обробки. Вплив здійснювали синьо-зеленим аргонним лазером протягом 1 с при наступних параметрах: 50 мкм і 50–100 мВт. Вибрані ділянки вен поруч із зоровим нервом були фотокоагульовані через лінзу в 78 діоптрій. Через 10-30 хв. після обробки в секторах сітківки, пов'язаних з оклюзією вен, розвинувся набряк. Протягом 12 год. набряк перейшов в бульозне відшарування сітківки з крововиливами. Набряк сітківки тривав 3–10 діб.

Також для формування тромбозу проводили фотокоагуляцію аргонним лазером основних вен сітківки, прилеглих до зорового нерву, з попереднім введенням бенгальського рожевого (40 мг/кг) в хвостову вену [24]. Для індукції мікророзриву тромбозу сітківки щурів (фотодинамічний тромбоз) використовували фотосенсибілізатор, одночасно з цим була зроблена флуоресцентна ангиографія [29].

**Висновки.** В доступній літературі міститься опис безлічі експериментальних моделей венозного тромбозу. Однак найпростішим, відтвореним і найменш травматичним є метод *S. Wessler і співавт.* (1959): поєднання венозного застою (наприклад, легування вени) і гіперкоагуляції, за рахунок введення активованого фактора згортання (наприклад, тромбіну). У той же час, тривають спроби створення нових, найбільш оптимальних експериментальних моделей венозного тромбозу для вивчення антитромботичної активності різних фармакологічних препаратів [25, 38, 39].

#### Література.

1. Антиромботическая активность липоверина на модели венозного тромбоза у крыс / И. С. Иванов, А. В. Сидехменова, В. И. Смольякова [и др.] // Фармакология. – 2010. – № 11. – С. 590–596.
2. Антиромботическая активность отечественного препарата «антиромбин III» на модели индуцированного венозного тромбоза / Н. Н. Дрозд, В. А. Макаров, Н. Т. Мифтахова [и др.] // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2006. – Т. 142, № 7. – Р. 75–77.

3. Антиромботическая активность парааминобензойной кислоты / Н. Н. Дрозд, В. А. Макаров, Н. Т. Мифтахова [и др.] // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2000. – Т. 63, № 3. – Р. 40–44.
4. Aguejouf O. Effects of external electrical stimulation on laser-beam-induced experimental thrombosis / O. Aguejouf, F. Doutremepuich, C. Doutremepuich // Pathophysiol. Haemost. Thromb. – 2006. – Vol. 35, No 5. – Р. 364–369.
5. Antithrombotic effects of aspirin and LMWH in a laser-induced model of arterial and venous thrombosis / P. Imbault,

- F. Doutremepuich, O. Aguejouf, C. Doutremepuich // *Thromb. Res.* – 1996. – Vol. 82, No 6. – P. 469–478.
6. Azougagh O. F. Experimental models of venous thrombosis / O. F. Azougagh, F. Doutremepuich, C. Doutremepuich // *Ann. Cardiol. Angeiol. (Paris).* – 1995. – Vol. 44, No 6. – P. 288–298.
7. Comparative study on the effects of a low molecular weight heparin (CY 216) and standard heparin in low dosage on experimental venous thrombosis / C. Doutremepuich, F. Bousquet, G. L. Gestreau [et al.] // *Haemostasis.* – 1987. – Vol. 17, No 4. – P. 201–205.
8. Deep vein thrombosis resolution is not accelerated with increased neovascularization / M. R. Varma, D. M. Moaveni, N. A. Dewyer [et al.] // *J. Vasc. Surg.* – 2004. – Vol. 40, No 3. – P. 536–542.
9. Detection of perivenous inflammation in a rat model of venous thrombosis using MRV / F. J. Londy, A. M. Kadell, S. K. Wroblewski [et al.] // *J. Invest. Surg.* – 1999. – Vol. 12, No 3. – P. 151–156.
10. Development of an experimental model of prethrombosis in rats based on Wessler's principle using a calibrated venous stasis / P. Pottier, B. Planchon, F. Truchaud [et al.] // *Blood Coagul. Fibrinolysis.* – 2003. – Vol. 14, No 1. – P. 3–9.
11. Doutremepuich C. Effects of ultra-low-dose aspirin on embolization in a model of laser-induced thrombus formation / C. Doutremepuich, O. Aguejouf, P. Belon // *Semin. Thromb. Hemost.* – 1996. – Vol. 22, Suppl. 1. – P. 67–70.
12. Effects of topical nitroglycerin and flurbiprofen in the rat comb burn model / P. J. Gorman, G. Saggars, P. Ehrlich [et al.] // *Ann. Plast. Surg.* – 1999. – Vol. 42, No 5. – P. 529–532.
13. Experimental preretinal neovascularization by laser-induced venous thrombosis in rats / Y. Saito, L. Park, S. A. Skolik [et al.] // *Curr. Eye Res.* – 1997. – Vol. 16, No 1. – P. 26–33.
14. Experimental venous thrombosis induced by homologous serum in the rat / J. Millet, M. Vailliot, J. Theveniaux, N. L. Brown // *Thromb. Res.* – 1996. – Vol. 8, No 4. – P. 497–502.
15. Experimental venous thrombosis in rats treated with heparin and a low molecular weight heparin fraction / C. Doutremepuich, J. L. Gestreau, M. O. Maury [et al.] // *Haemostasis.* – 1983. – Vol. 13, No 2. – P. 109–112.
16. Expression changes and roles of matrix metalloproteinases in a rat model of traumatic deep vein thrombosis / Y. B. Zhang, W. Li, L. Q. Yao [et al.] // *Clin. J. Traumatol.* – 2010. – Vol. 13, No 3. – P. 188–192.
17. Fibrinogen as a factor of thrombosis: experimental study / F. Doutremepuich, O. Aguejouf, E. Belougne-Malfatti, C. Doutremepuich // *Thromb. Res.* – 1998. – Vol. 90, No 2. – P. 57–64.
18. Gender differences in deep venous thrombosis in a rat model: a preliminary study / L. A. van Langevelde, S. E. Anhill, S. K. Wroblewski [et al.] // *Comp. Med.* – 2005. – Vol. 55, No 1. – P. 55–60.
19. Gene expression profile related to inflammation in rat model of traumatic deep vein thrombosis / C. Q. Zhang, H. Huang, Z. Zhao [et al.] // *Chin. J. Traumatol.* – 2007. – Vol. 10, No 4. – P. 206–212.
20. Herbert J. M. Importance of platelets in experimental venous thrombosis in the rat / J. M. Herbert, A. Bernat, J. P. Maffrand // *Blood.* – 1992. – Vol. 80, No 9. – P. 2281–2286.
21. Inferior vena cava ligation rapidly induces tissue factor expression and venous thrombosis in rats / J. Zhou, L. May, P. Liao [et al.] // *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* – 2009. – Vol. 29, No 6. – P. 863–869.
22. Influence of heparin and a low molecular weight heparin fraction of the leukocytes in an experimental venous thrombosis model / C. Doutremepuich, F. Toulemonde, O. de Seze [et al.] // *J. Leukoc. Biol.* – 1987. – Vol. 42, No 6. – P. 628–631.
23. Is heparin treatment the optimal management for cerebral venous thrombosis? Effect of abciximab, recombinant tissue plasminogen activator, and enoxaparin in experimentally induced superior sagittal sinus thrombosis / C. Röttger, K. Madlener, M. Heil [et al.] // *Stroke.* – 2005. – Vol. 36, No 4. – P. 841–846.
24. Kang S. G. Experimental preretinal neovascularization by laser-induced thrombosis in albino rats / S. G. Kang, H. Chung, J. Y. Hyon // *Korean J. Ophthalmol.* – 1999. – Vol. 13, No 2. – P. 65–70.
25. Kretz C. A. Tissue factor and thrombosis models / C. A. Kretz, N. Vaezzadeh, P. L. Gross // *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* – 2010. – Vol. 30, No 5. – P. 900–908.
26. Laser thermal venous obliteration: experimental results in the rat model / D. Vorwerk, B. Vollmer, S. Handt, R. W. Günther // *Rofo.* – 1994. – Vol. 160, No 1. – P. 84–88.
27. Millet J. A new experimental model of venous thrombosis in rats involving partial stasis and slight endothelium alterations / J. Millet, J. Theveniaux, M. Pascala // *Thromb. Res.* – 1987. – Vol. 45, Iss. 2. – P. 123–133.
28. Prevention of venous thrombosis by preoperative glycyrrhizin infusion in a rat model / N. Nakata, Y. Kira, Y. Yabunaka, K. Takaoka // *J. Orthop. Sci.* – 2008. – Vol. 13, No 5. – P. 456–462.
29. Quantitative evaluation for blood-retinal barrier breakdown in experimental retinal vein occlusion produced by photodynamic thrombosis using a new photosensitizer / Y. Ieki, H. Nishiwaki, S. Miura [et al.] // *Curr. Eye Res.* – 2002. – Vol. 25, No 5. – P. 317–323.
30. Recruitment of labelled monocytes by experimental venous thrombosis / C. L. McGuinness, J. Humphries, M. Waltham [et al.] // *Thromb. Haemost.* – 2001. – Vol. 85, No 6. – P. 1018–1024.
31. Reyers I. Venostasis-induced thrombosis in rats is not influenced by circulating platelet or leukocyte number / I. Reyers, G. de Gaetano, M. B. Donati // *Agents Actions.* – 1989. – Vol. 28, No 1–2. – P. 137–141.
32. Role of coagulation factors in cerebral venous sinus and cerebral microvascular thrombosis / M. Nagai, C. E. Yilmaz, D. Kirchofer [et al.] // *Neurosurgery.* – 2010. – Vol. 66, No 3. – P. 560–565.

33. The effect of taurolidine on experimental thrombus formation / L. Kaptanoglu, H. F. Kucuk, E. Colak [et al.] // *Eur. J. Pharmacol.* – 2008. – Vol. 578, No 2–3. – P. 238–241.

34. Transplantation of VEGF165-gene-transfected endothelial progenitor cells in the treatment of chronic venous thrombosis in rats / Q. Y. Meng, X. Q. Li, X. B. Yu [et al.] // *Chin. Med. J. (Engl.)*. – 2010. – Vol. 23, No 4. – P. 471–477.

35. Ungersböck K. Cerebral blood flow alterations in a rat model of cerebral sinus thrombosis / K. Ungersböck, A. Heimann, O. Kempfski // *Stroke*. – 1993. – Vol. 24, No 4. – P. 563–569.

36. Vein wall re-endothelialization after deep vein thrombosis is improved with low-molecular-weight heparin / D. K. Moaveni, E. M. Lynch, C. Luke [et al.] // *J. Vasc. Surg.* – 2008. – Vol. 47, No 3. – P. 616–624.

37. Vein wall remodeling after deep vein thrombosis: differential effects of low molecular weight heparin and doxycycline / V. Sood, C. Luke, E. Miller [et al.] // *Ann. Vasc. Surg.* – 2010. – Vol. 24, No 2. – P. 233–241.

38. Venous thrombosis and cancer: from mouse models to clinical trials / Y. Hisada, J. E. Geddings, C. Ay, N. Mackman // *J. Thromb. Haemost.* – 2015. – Vol. 13. – P. 1372–1382.

39. Weitz J. I. New antithrombotic drugs: antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed. : American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines / J. I. Weitz, J. W. Eikelboom, M. M. Samama // *Chest*. – 2012. – Vol. 141, Suppl. 2. – P. e120S–e151S.

40. Wessler S. Biological assay of a thrombosis inducing activity in human serum / S. Wessler, S. M. Reimer, M. C. Sheps // *J. Appl. Physiol.* – 1959. – Vol. 14. – P. 943–946.

#### References.

1. Ivanov, I. S., Sidekhmenova, A. V., Smol'yakova, V. I., Tyukavkina, N. A., Plotnikov, M. B. (2010). Antitrombogennaya aktivnost' lipoverina na modeli venoznogo tromboza u kryz [Anti-thrombogenic activity of lipoverin on venous thrombosis model in rats]. *Farmakologiya (Pharmacology)*, 11, 590-596 [In Russian].

2. Drozd, N. N., Makarov, V. A., Miftakhova, N. T., Dereza, T. L., Azhigirova, M. A. (2006). Antitromboticheskaya aktivnost' otechestvennogo preparata «antitrombin III» na modeli indutsirovannogo venoznogo tromboza [Antithrombotic activity of domestic preparation «antitrombin III» on the model of induced venous thrombosis]. *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny (Bulletin of Experimental Biology and Medicine)*, 142(7), 75-77 [In Russian].

3. Drozd, N. N., Makarov, V. A., Miftakhova, N. T., Kalugin, S. A., Stroeva, O. G., Akberova, S. I. (2000). Antitromboticheskaya aktivnost' paraaminobenzoinoi kisloty [The antithrombotic activity of P-aminobenzoic acid]. *Eksperimental'naya i klinicheskaya farmakologiya (Russian*

*Journal of Experimental and Clinical Pharmacology)*, 63(3), 40-44 [In Russian].

4. Aguejouf, O., Doutremepuich, F., Doutremepuich, C. (2006). Effects of external electrical stimulation on laser-beam-induced experimental thrombosis. *Pathophysiol. Haemost. Thromb.*, 35(5), 364-369. doi: 10.1159/000097690

5. Imbault, P., Doutremepuich, F., Aguejouf, O., Doutremepuich, C. (1996). Antithrombotic effects of aspirin and LMWH in a laser-induced model of arterials and venous thrombosis. *Thromb. Res.*, 82(6), 469-478.

6. Azougagh, O. F., Doutremepuich, F., Doutremepuich, C. (1995). Experimental models of venous thrombosis. *Ann. Cardiol. Angeiol. (Paris)*, 44(6), 288-298.

7. Doutremepuich, C., Bousquet, F., Gestreau, G. L., Toulemonde, F., Bayrou, B. (1987). Comparative study on the effects of a low molecular weight heparin (CY 216) and standard heparin in low dosage on experimental venous thrombosis. *Haemostasis*, 17(4), 201-205.

8. Varma, M. R., Moaveni, D. M., Dewyer, N. A., Varga, A. J., Deatrick, K. B., Kunkel, S. L., ... Henke, P. K. (2004). Deep vein thrombosis resolution is not accelerated with increased neovascularization. *J. Vasc. Surg.*, 40(3), 536-542. doi: 10.1016/j.jvs.2004.05.023

9. Londy, F. J., Kadell, A. M., Wroblewski, S. K., Prince, M. R., Strieter, R. M., Wakefield, T. W. (1999). Detection of perivenous inflammation in a rat model of venous thrombosis using MRV. *J. Invest. Surg.*, 12(3), 151-156.

10. Pottier, P., Planchon, B., Truchaud, F., Leftheriotis, G., Herbert, J. M., Bressolette, L., ... Passuti, N. (2003). Development of an experimental model of prethrombosis in rats based on Wessler's principle using a calibrated venous stasis. *Blood Coagul. Fibrinolysis*, 14(1), 3-9. doi: 10.1097/01.mbc.0000046184.72384.2c

11. Doutremepuich, C., Aguejouf, O., Belon, P. (1996). Effects of ultra-low-dose aspirin on embolization in a model of laser-induced thrombus formation. *Semin. Thromb. Hemost.*, 22(Suppl. 1), 67-70.

12. Gorman, P. J., Saggars, G., Ehrlich, P., Mackay, D. R., Graham, W. P. 3rd. (1999). Effects of topical nitroglycerin and flurbiprofen in the rat comb burn model. *Ann. Plast. Surg.*, 42(5), 529-532.

13. Saito, Y., Park, L., Skolik, S. A., Alfaro, D. V., Chaudhry, N. A., Barnstable, C. J., Liggett, P. E. (1997). Experimental preretinal neovascularization by laser-induced venous thrombosis in rats. *Curr. Eye Res.*, 16(1), 26-33.

14. Millet, J., Vailliot, M., Theveniaux, J., Brown, N. L. (1996). Experimental venous thrombosis induced by homologous serum in the rat. *Thromb. Res.*, 8(4), 497-502.

15. Doutremepuich, C., Gestreau, J. L., Maury, M. O., Quilichini, R., Boisseau, M. R., Toulemonde, F., Vairel, E. (1983). Experimental venous thrombosis in rats treated with heparin and a low molecular weight heparin fraction. *Haemostasis*, 13(2), 109-112.

16. Zhang, Y. B., Li, W., Yao, L. Q., Zhao, X. L., Wang, B., Li, H. K., ... Zhang, X. X. (2010). Expression changes and

- roles of matrix metalloproteinases in a rat model of traumatic deep vein thrombosis. *Clin. J. Traumatol.*, 13(3), 188-192.
17. Doutremepuich, F., Aguejouf, O., Belougne-Malfatti, E., Doutremepuich, C. (1998). Fibrinogen as a factor of thrombosis: experimental study. *Thromb. Res.*, 90(2), 57-64.
18. Langevelde van, L. A., Anchill, S. E., Wroblewski, S. K., Linn, M. J., Wakefield, T. W., Myers, D. D. Jr. (2005). Gender differences in deep venous thrombosis in a rat model: a preliminary study. *Comp. Med.*, 55(1), 55-60.
19. Zhang, C. Q., Huang, H., Zhao, Z., Tang, X. Z., Wang, B., He, F. ... Li, S. H. (2007). Gene expression profile related to inflammation in rat model of traumatic deep vein thrombosis. *Chin. J. Traumatol.*, 10(4), 206-212.
20. Herbert, J. M., Bernat, A., Maffrand, J. P. (1992). Importance of platelets in experimental venous thrombosis in the rat. *Blood*, 80(9), 2281-2286.
21. Zhou, J., May, L., Liao, P., Gross, P. L., Weitz, J. I. (2009). Inferior vena cava ligation rapidly induces tissue factor expression and venous thrombosis in rats. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.*, 29(6), 863-869.
22. Doutremepuich, C., Toulemonde, F., de Seze, O., Pereira, F., Anne, M. C., Doutremepuich, F. (1987). Influence of heparin and a low molecular weight heparin fraction of the leukocytes in an experimental venous thrombosis model. *J. Leukoc. Biol.*, 42(6), 628-631.
23. Röttger, C., Madlener, K., Heil, M., Gerriets, T., Walberer, M., Wessels, T., ... Stolz, E. (2005). Is heparin treatment the optimal management for cerebral venous thrombosis? Effect of abciximab, recombinant tissue plasminogen activator, and enoxaparin in experimentally induced superior sagittal sinus thrombosis. *Stroke*, 36(4), 841-846. doi: 10.1161/01.STR.0000157663.43209.a2
24. Kang, S. G., Chung, H., Hyon, J. Y. (1999). Experimental preretinal neovascularization by laser-induced thrombosis in albino rats. *Korean J. Ophthalmol.*, 13(2), 65-70. doi: 10.3341/kjo.1999.13.2.65
25. Kretz, C. A., Vaezzadeh, N., Gross, P. L. (2010). Tissue factor and thrombosis models. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.*, 30(5), 900-908. doi: 10.1161/ATVBAHA.108.177477
26. Vorwerk, D., Vollmer, B., Handt, S., Günther, R. W. (1994). Laser thermal venous obliteration: experimental results in the rat model. *Rofo*, 160(1), 84-88. doi: 10.1055/s-2008-1032378
27. Millet, J., Theveniaux, J., Pascala, M. (1987). A new experimental model of venous thrombosis in rats involving partial stasis and slight endothelium alterations. *Thromb. Res.*, 45(Issue 2), 123-133.
28. Nakata, N., Kira, Y., Yabunaka, Y., Takaoka, K. Prevention of venous thrombosis by preoperative glycyrrhizin infusion in a rat model. (2008). *J. Orthop. Sci.*, 13(5), 456-462. doi: 10.1007/s00776-008-1259-x
29. Ieki, Y., Nishiwaki, H., Miura, S., Hirata, Y., Sakata, I., Nonaka, A., ... Honda, Y. (2002). Quantitative evaluation for blood-retinal barrier breakdown in experimental retinal vein occlusion produced by photodynamic thrombosis using a new photosensitizer. *Curr. Eye Res.*, 25(5), 317-323.
30. McGuinness, C. L., Humphries, J., Waltham, M., Burnand, K. G., Collins, M., Smith, A. (2001). Recruitment of labelled monocytes by experimental venous thrombosis. *Thromb. Haemost.*, 85(6), 1018-1024.
31. Reyers, I., de Gaetano, G., Donati, M. B. (1989). Venostasis-induced thrombosis in rats is not influenced by circulating platelet or leukocyte number. *Agents Actions*, 28(1-2), 137-141.
32. Nagai, M., Yilmaz, C. E., Kirchhofer, D., Esmon, C. T., Mackman, N., Granger, D. N. (2010). Role of coagulation factors in cerebral venous sinus and cerebral microvascular thrombosis. *Neurosurgery*, 66(3), 560-565. doi: 10.1227/01.NEU.0000365745.49583.FD
33. Kaptanoglu, L., Kucuk, H. F., Colak, E., Kurt, N., Bingu, S. M., Akyol, H., ... Yazici, F. (2008). The effect of taurolidine on experimental thrombus formation. *Eur. J. Pharmacol.*, 578(2-3), 238-241. doi: 10.1016/j.ejphar.2007.08.035
34. Meng, Q. Y., Li, X. Q., Yu, X. B., Lei, F. R., Jiang, K., Li, C. Y. (2010). Transplantation of VEGF165-gene-transfected endothelial progenitor cells in the treatment of chronic venous thrombosis in rats. *Chin. Med. J. (Engl.)*, 23(4), 471-477.
35. Ungersböck, K., Heimann, A., Kempfski, O. (1993). Cerebral blood flow alterations in a rat model of cerebral sinus thrombosis. *Stroke*, 24(4), 563-569.
36. Moaveni, D. K., Lynch, E. M., Luke, C., Sood, V., Upchurch, G. R., Wakefield, T. W., Henke, P. K. (2008). Vein wall re-endothelialization after deep vein thrombosis is improved with low-molecular-weight heparin. *J. Vasc. Surg.*, 47(3), 616-624. doi: 10.1016/j.jvs.2007.11.040
37. Sood, V., Luke, C., Miller, E., Mitsuya, M., Upchurch, G. R. Jr, Wakefield, T. W., ... Henke, P. K. (2010). Vein wall remodeling after deep vein thrombosis: differential effects of low molecular weight heparin and doxycycline. *Ann. Vasc. Surg.*, 24(2), 233-241. doi: 10.1016/j.avsg.2009.11.002
38. Hisada, Y., Geddings, J. E., Ay, C., Mackman, N. (2015). Venous thrombosis and cancer: from mouse models to clinical trials. *J. Thromb. Haemost.*, 13, 1372-1382. doi: 10.1111/jth.13009
39. Weitz, J. I., Eikelboom, J. W., Samama, M. M. (2012). New antithrombotic drugs: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed.: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest*, 141(2 suppl.), e120S-e151S. doi: 10.1378/chest.11-2294
40. Wessler, S., Reimer, S. M., Sheps, M. C. (1959). Biological assay of a thrombosis inducing activity in human serum. *J. Appl. Physiol.*, 14, 943-946.

## HOW RELIABLE ARE CALIBRATORS FOR URINARY MELATONIN SULFATE?

G. P. Chuiko, O. V. Dvornyk, I. O. Shyian

*Petro Mohyla Black Sea National University*

Melatonin is a versatile physiological agent that relating to the control of numerous physiologic processes owing to the multiplicity of sites of formation and the presence of melatonin receptors in various places of a human body. The melatonin metabolite 6-sulphatoxymelatonin (alias aMT6s or 6-SMT) infiltrates in urine. Therefore, there is a sense to find the sensitive and selective express-methods for the precise detection of melatonin metabolites in body fluids.

The calibrators are proper tools for the signal processing. In the present research work that is the set of few calibers with well-defined concentrations of analyte. Comparison of the measured response of actual sample with reactions of calibers permits to interpret the real signal. Such a response can be either the transmittance or the optical density of sample that are measured by a photometer. The calibration of dose-response relation has been described by logistic Hill's curve with four parameters. The photometric transmittances of analyzed solutions were considered as the response. This paper describes the evaluation and comparison of sets of Hill's parameters for aMT6s-calibrators of independent producers. Reliable calibrators could help to simplify the analysis of urinary melatonin-sulfate dose. Such express-analysis could be more accessible in addition. Hence, the problem of creation of reliable calibrators is still unsolved and challenging.

**Key words:** urinary melatonin-sulfate, dose-response relationship, Hill's equation, computer fitting, calibrators, photometry.

## НАСКІЛЬКИ НАДІЙНИМИ Є КАЛІБРАТОРИ ДЛЯ МЕЛАТОНІНУ СУЛЬФАТУ В СЕЧІ?

Г. П. Чуйко, О. В. Дворник, І. О. Шиян

*Чорноморський національний університет імені Петра Могили*

Мелатонін є універсальною фізіологічною речовиною, яка синтезується в різних місцях людського тіла і допомагає здійснювати контроль над більшістю фізіологічних процесів. Встановлено, що метаболіт мелатоніну 6-сульфатоксимелатонін (скорочено aMT6s або 6-SMT) виділяється з сечею. Таким чином, є сенс знайти чутливі і селективні експрес-методи для точного виявлення метаболітів мелатоніну в рідинах організму.

Часто калібратори являються належними інструментами для обробки сигналів. У даній дослідній роботі це є набір кількох калібраторів з чітко визначеними концентраціями аналіту. Порівняння вимірюваного відгуку фактичного зразка з реакціями калібраторів дозволяє інтерпретувати реальний сигнал. Таким відгуком може бути або коефіцієнт пропускання, або оптична щільність зразка, що вимірюється за допомогою фотометра. Виявлення надійних калібраторів може суттєво спростити аналіз дози мелатоніну-сульфату в сечі. Такий експрес-аналіз може бути більш доступним.

Калібрування співвідношення доза-реакція була здійснено логістичною кривою Хілла з чотирма параметрами. Фотометричні коефіцієнти пропускання аналізованих розчинів розглядалися в якості вимірюваного відгуку. Метою представленої роботи була оцінка і порівняння наборів параметрів Хілла для aMT6s-калібраторів незалежних виробників. На жаль, наш результат демонструє значні і нез'ясовані розбіжності між ними. Отже, проблема створення надійних калібраторів сечового мелатоніну все ще не вирішена і актуальна.

**Ключові слова:** сечовий мелатонін-сульфат, крива доза-ефект, рівняння Хілла, калібратори, фотометрія.

## НАСКОЛЬКО ДОСТОВЕРНЫ КАЛИБРАТОРЫ ДЛЯ МЕЛАТОНИНА СУЛЬФАТА В МОЧЕ?

Г. П. Чуйко, О. В. Дворник, И. А. Шиян

*Черноморский национальный университет имени Петра Могилы*

Мелатонин является универсальным физиологическим веществом, которое синтезируется в разных местах человеческого организма и помогает осуществлять контроль над большинством физиологических процессов. Установлено, что метаболит мелатонина 6-сульфатоксимелатонин (сокращенно aMT6s или 6-SMT) выделяется с мочой. Таким

образом, есть смысл найти чувствительные и селективные экспресс-методы для точного выявления метаболитов мелатонина в жидкостях организма.

Часто калибраторы являются надежными инструментами для обработки сигналов. В данной исследовательской работе это набор нескольких калибраторов с четко определенными концентрациями аналита. Сравнение измеренного отклика фактического образца с реакциями калибраторов позволяет интерпретировать реальный сигнал. Таким откликом может быть либо коэффициент пропускания, или оптическая плотность образца, которая измеряется с помощью фотометра. Выявление надежных калибраторов может существенно упростить анализ дозы мелатонина-сульфата в моче. Такой экспресс-анализ может быть более доступным.

Калибровка отношения доза-реакция была описана логистической кривой Хилла с четырьмя параметрами. Фотометрические коэффициенты пропускания анализируемых растворов рассматривались в качестве отклика. Целью представленной работы была оценка и сравнение наборов параметров Хилла для aMT6s-калибраторов независимых производителей. К сожалению, наш результат демонстрирует значительные и необъяснимые расхождения между ними. Итак, проблема создания надежных калибраторов мочевого мелатонина все еще не решена и актуальна.

**Ключевые слова:** мочевого мелатонин-сульфат, кривая доза-эффект, уравнение Хилла, калибраторы, фотометрия.

**Introduction.** Melatonin is a versatile physiological agent that relating to the control of numerous physiologic processes owing to the multiplicity of sites of formation and the presence of melatonin receptors in various places of a human body [4]. Existing data suggest that melatonin is affecting human physiology overall, including the sleep-wake cycle, via the body's internal clock [5]. It's established fact that melatonin is present in saliva or blood plasma, and the melatonin metabolite 6-sulphatoxymelatonin (alias aMT6s or 6-SMT) infiltrates in urine [4, 5]. Therefore, the search of sensitive and selective express-methods for the precise detection of melatonin metabolites in body fluids looks as worthy aim.

One of the most popular modern methods of melatonin detection in the urine is enzyme-linked immunosorbent assays (ELISA) [2, 7–9]. Such a more or less complicated biochemical test measures the presence and concentration of a macromolecule in a solution with high sensitivity. The package of reagents for urinary Melatonin-Sulfate analysis is quite expensive yet, and this test requires the special qualification of staff.

Often, the calibrators are proper tools for the signal processing. In our case, that is the set of few solutions (calibers) with well-defined concentrations of analyte. Comparison of the measured response of actual sample with reactions of calibers provides possible to interpret the real signal. Such a response can be either the transmittance or the optical density of sample [2, 6–9] that are measured by a photometer. It would certainly simplify the analysis of urinary melatonin-sulfate dose, if we had reliable calibrators. Such express-analysis could be more accessible in addition.

The calibration of dose-response relationship has been described most frequently by logistic Hill's curve with four parameters [1, 3]. The **goal** of this paper is the

computing and comparison of sets of Hill's parameters for aMT6s-calibrators of independent producers.

**Materials and methods.** Two different methods were used for preparation and testing of calibers with known dosage of aMT6s in human urine. The first of them is above mentioned enzyme-linked immunosorbent assays (ELISA) [2, 8–9]. Another is radioimmunoassay (RIA) that commonly recognized as extremely sensitive assay technique [6].

Here should be underlined that a number of authors are using the same set of calibers tested by ELISA within different laboratories [2, 3, 7, 8]. Other authors are using different sets of calibers that tested by different methods (ELISA and RIA) but within one laboratory [6, 9]. Therefore, all of them were dealing just with three different calibrators.

The dosage of aMT6s is within range (0–420) ng/mL. The calibers number of a calibrator is varied up 6 to 8 [2, 6–9].

**Theory and calculations.** The Hill's logistic equation looks so [1]:

$$Y = a + \frac{b - a}{(1 + (c/x)^d)} \quad (1)$$

Here Y is the expected response at dosage x. Parameter a is the minimum asymptote or the response when  $x \rightarrow \infty$ . Whereas b is the maximum asymptote or the stabilized response for a zero dosage  $x \rightarrow \infty$ . Parameter c defines the point of inflection in the dosage — response curve and is denoted by various terms (e. g.  $EC_{50}$ ,  $ED_{50}$ ,  $LD_{50}$ ,  $IC_{50}$ ). The last parameter d is the slope at the steepest part of the curve. This factor is also known as the Hill's slope [1]. The Fig. 1 demonstrates the Hill's logistic curve with descriptions of these parameters.

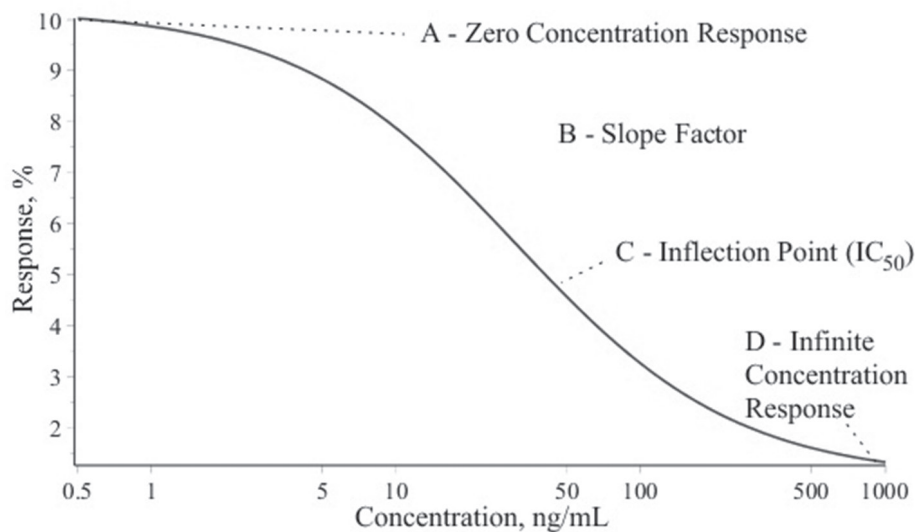


Fig. 1. Hill's logistic curve with 4 parameters

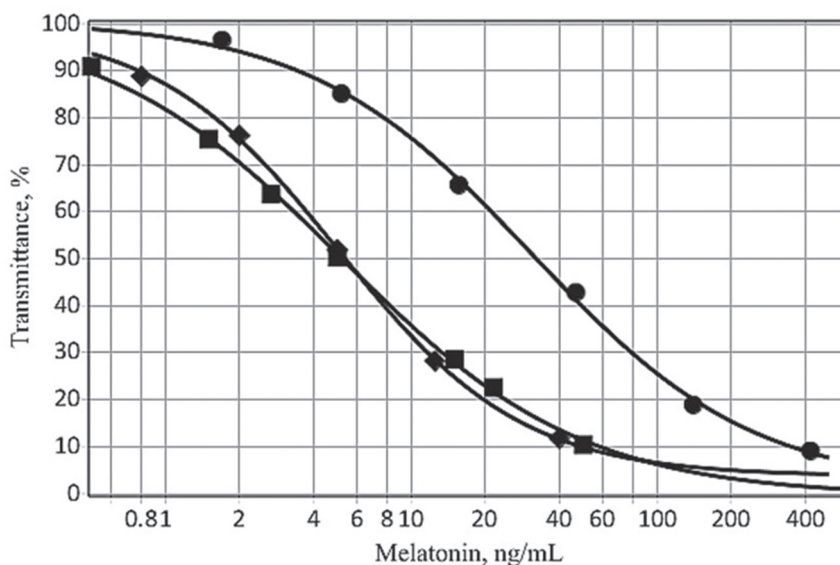


Fig. 2. The response-dosage curves: circles show the calibers of [2, 7, 8] the diamonds present data [9] and the boxes — data [6]

Equation (1) describes ascending or descending logistic curve depending on sign of Hill's slope. We expected the descending type and so probably  $d < 0$  [3].

There are different ways of determination of Hill's parameters [1, 3]. We used the computing technique [3] as the program package Statistics of Maple 17. That allowed us to fit of above Hill's parameters to experimental data of different producers.

**Results and discussion.** There are only three different calibrators: one of them has been described in [2, 3, 7, 8], two others in [6, 9]. Calibrator of [6] tested by RIA, others — by ELISA [2, 7–9].

The Fig. 2 presents three dosage-response curves where the response means the optical transmittance

of analyte solution ( $B/B_0$ ). All logistic curves are descending (that is  $d < 0$ ).

Both, Fig. 2 and Table 1, show the significant divergence between data [2, 7, 8] and data [6, 9]. The third coefficient  $c$  (alias  $EC_{50}$ ,  $ED_{50}$ ,  $LD_{50}$ ,  $IC_{50}$ ) causes mainly this large difference. Its value varies from 5.1 to 30.9 (about six times). Obviously, the difference of ELISA and RIA methods of dose measuring is «too much». The reasons of such mismatch are still unexplained. Note that the results of RIA and ELISA demonstrated first-rate accordance if we dealt with data of one laboratory [6, 9].

The rest three coefficients of Table 1 are in more or less agreement and have reasonable values. The first

Table 1

Hill's parameters

Method	a	b	c	d	Data source
ELISA	1.3	100.7	30.9	-0.96	[2, 7, 8]
ELISA	3.7	99.7	5.1	-1.17	[9]
RIA	-0.5	100.7	5.2	-0.89	[6]

of them was close to zero, the second one was near to 100 and the third coefficient was negative. Obtained results were expected.

**Conclusions.** There is the evident mismatch among calibrators of [2, 7, 8] and those of [6, 9]. The main Hill's parameter *c* that denoted also as EC50, ED50, LD50, IC50 is responsible for this variance, and the difference looks unexplainably large.

The set of calibers as well as the method of calibrating (i. e. ELISA) are the same despite on different sources [2, 7, 8]. Opposite, the methods (ELISA and RIA) and sets of calibers were different as for competing results of [6, 9] though both are from the same laboratory. These two methodically independent results of one laboratory are in good agreement.

Therefore, the titling question of this paper is still open because photometry of the human urine may give very different results as for Melatonin-sulfate dose nowadays. In the same time, the results of measurements should not depend on the calibrating set that would be in use. Thus, the reliable calibrators of urinary Melatonin-Sulfate are still wanted.

**Acknowledgements.** The authors wish to thank to Markiy A. Hirnyk, PhD., Associated Professor of the Department of Higher Mathematics, Mathematical Economics and Statistics of Lviv University of Trade and Economics for presenting license version of the computer mathematics system Maple 18.

#### References.

- Gadagkar, S. R., Call, G. B. (2015). Computational tools for fitting the Hill equation to dose-response curves. *Journal of Pharmacological and Toxicological methods*, 71, 68-76, doi:10.1016/j.vascn.2014.08.006.
- IBL Melatonin Sulfate ELISA. (2014). Report of IBL International GMBH, Flughafenstrasse 52a, D-22335 Hamburg, Germany. Retrieved from [http://www.ibl-international.com/media/catalog/product/R/E/RE54031\\_IFU\\_en\\_Melatonin\\_Sulfate\\_ELISA\\_2014-05\\_sym3.pdf](http://www.ibl-international.com/media/catalog/product/R/E/RE54031_IFU_en_Melatonin_Sulfate_ELISA_2014-05_sym3.pdf).
- Khan, A. (2015). Calibrating response curves for the concentration of melatonin sulfate in human urine. Maplesoft. Retrieved from <http://www.maplesoft.com/view.aspx?SF=153783/Melatonin%20OD%20Response%20Curve.pdf>
- de Almeida, E. A., Di Mascio, P., Tatsuo, H., Moscovitch, A., Hardeland, R., Cardinali, D. P., Brown, G. M., Pandi-Perumal, S. R. (2011). Measurement of melatonin in body fluids: standards, protocols, and procedures. *Child's Nervous System*, 27(6), 879-891. Retrieved from <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/investigacion/measurements-melatonin-body-fluids-standards.pdf>
- Kunz, D., Mahlberg, R., Muller, C., Tilmann, A., Bes, F. (2004). Melatonin in patients with reduced REM sleep duration: two randomized controlled trials. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 89(1), 128-134. doi:10.1210/jc.2002-021057.
- Melatonin RIA. (2012). Report of Bühlmann Laboratories AG, Baselstrasse 55, CH-4124 Schönbuch, Switzerland. Revised 20 Nov. 2012. Retrieved from [http://www.buhlmannlabs.ch/files/documents/core/Chronobiology/ifu/rk-mel\\_ifu-ce-121120.pdf](http://www.buhlmannlabs.ch/files/documents/core/Chronobiology/ifu/rk-mel_ifu-ce-121120.pdf)
- Melatonin-Sulfate (EIA-1432) (2011). Report of DRG International Inc., USA. Revised 12 Sept. 2011 rm (Vers. 8.1). Retrieved from <http://www.drg-international.com/ifu/eia-1432.pdf> (08.30.2015).
- Melatonin Sulfate ELISA. Report of GenWay Biotech, Inc., 6777, Nancy Ridge Drive, San Diego, CA 92121, USA. Retrieved from <http://www.genwaybio.com/media/custom/upload/File-1313509984.pdf>
- 6-Sulfatoxymelatonin ELISA. (2011). Report of Bühlmann Laboratories AG, Baselstrasse 55, CH-4124 Schönbuch, Switzerland. Offered in the US by ALPCO-26G Keewaydin Drive, Salem, NH 03079. Revised 16 May 2011, RUO-US. Retrieved from <https://www.alpco.com/pdfs/01/01-EK-M6S.pdf>.

#### Література.

- Gadagkar S. R. Computational tools for fitting the Hill equation to dose-response curves / S. R. Gadagkar, G. B. Call // *Journal of Pharmacological and Toxicological Methods*. — 2015. — Vol. 71. — P. 68–76.

2. IBL Melatonin Sulfate ELISA : report [Electronic resource] / IBL International GMBH, Flughafenstrasse 52a, D-22335 Hamburg, Germany. — Retrieved from [http://www.ibl-international.com/media/catalog/product/R/E/RE54031\\_IFU\\_en\\_Melatonin\\_Sulfate\\_ELISA\\_2014-05\\_sym3.pdf](http://www.ibl-international.com/media/catalog/product/R/E/RE54031_IFU_en_Melatonin_Sulfate_ELISA_2014-05_sym3.pdf) (08.31.2015).
3. Khan A. Calibrating response curves for the concentration of melatonin sulfate in human urine [Electronic resource] / A. Khan. — 2015. — Maplesoft. — Retrieved from <http://www.maplesoft.com/view.aspx?SF=153783/Melatonin%20OD%20Response%20Curve.pdf>.
4. Measurement of melatonin in body fluids: standards, protocols, and procedures / de E. A. Almeida, P. Di Mascio, H. Tatsuo [et al.] // Child's Nervous System. — 2011. — Vol. 27, No 6. — P. 879–891.
5. Melatonin in patients with reduced REM sleep duration: two randomized controlled trials / D. Kunz, R. Mahlberg, C. Muller [et al.] // The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. — Vol. 89, No 1. — 2004. — P. 128–134.
6. Melatonin RIA : report [Electronic resource] / Bühlmann Laboratories AG, Baselstrasse 55, CH-4124 Schönbuch, Switzerland. — Revised 20 Nov. 2012. — Retrieved from [http://www.buhlmannlabs.ch/files/documents/core/Chronobiology/ifu/rk-mel\\_ifu-ce-121120.pdf](http://www.buhlmannlabs.ch/files/documents/core/Chronobiology/ifu/rk-mel_ifu-ce-121120.pdf) (08.31.2015).
7. Melatonin-Sulfate (EIA-1432) : report [Electronic resource] / DRG International Inc., USA. — Revised 12 Sept. 2011 rm (Vers. 8.1). — Retrieved from <http://www.drg-international.com/ifu/eia-1432.pdf> (08.30.2015).
8. Melatonin Sulfate ELISA : report [Electronic resource] / GenWay Biotech, Inc., 6777, Nancy Ridge Drive, San Diego, CA 92121, USA. — Retrieved from <http://www.genwaybio.com/media/custom/upload/File-1313509984.pdf> (08.31.2015).
9. 6-Sulfatoxymelatonin ELISA : report [Electronic resource] / Bühlmann Laboratories AG, Baselstrasse 55, CH-4124 Schönbuch, Switzerland. — Offered in the US by ALPCO-26G Keewaydin Drive, Salem, NH 03079. — Revised 16 May 2011, RUO-US. — Retrieved from <https://www.alpco.com/pdfs/01/01-EK-M6S.pdf> (08.30.2015).

УДК 616.441-006.6-037:004

DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2016.3.6760>

## ОЦІНКА ПРОГНОЗУ МУЛЬТИФОКАЛЬНОЇ ВИСОКОДИФЕРЕНЦІЙОВАНОЇ ТИРЕОЇДНОЇ КАРЦИНОМИ ЗА СИСТЕМОЮ TNM

**Н. Я. Кобринська***ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка НАМН України»*

Проведено порівняльний аналіз моно- та мультифокальних високодиференційованих тиреоїдних карцином (папілярних та фолікулярних) за системою TNM. Всього проаналізовано 2208 випадків монофокальних та 692 випадки мультифокальних уражень. В результаті проведеного аналізу доведено, що мультифокальні карциноми, на відміну від солітарних уражень, характеризуються більш агресивним перебігом. Багатофокусне ураження за рубриками T, N та M з достовірністю на рівні не менше 99 % мало більш високі індекси, ніж монофокальне. Головним висновком є необхідність більш радикальної тактики лікування у цих випадках.

**Ключові слова:** рак щитоподібної залози, мультифокальна карцинома, хірургічне лікування.

## ОЦЕНКА ПРОГНОЗА МУЛЬТИФОКАЛЬНОЙ ВИСОКОДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ТИРЕОИДНОЙ КАРЦИНОМЫ ПО СИСТЕМЕ TNM

**Н. Я. Кобринская***ГУ «Институт эндокринологии и обмена веществ им. В. П. Комиссаренко НАМН Украины»*

Проведен сравнительный анализ моно- та мультифокальных высокодифференцированных тиреоидных карцином (папиллярных и фолликулярных) по системе TNM. Всего проанализировано 2208 случаев монофокальных и 692 случая мультифокальных поражений. В результате проведенного анализа доказано, что мультифокальные карциномы, в отличие от солитарных поражений, характеризуются более агрессивным течением. Многофокусное поражение по рубрикам T, N и M с достоверностью на уровне не меньше 99 % имело более высокие индексы, чем монофокальное. Главным выводом является необходимость более радикальной тактики лечения в этих случаях.

**Ключевые слова:** рак щитовидной железы, мультифокальная карцинома, хирургическое лечение.

## EVALUATION OF PROGNOSIS IN MULTIFOCAL HIGHLY DIFFERENTIATED THYROID CARCINOMAS ACCORDING TO THE TNM SYSTEM

**N. Ya. Kobrynska***SI «V. P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism NAMS of Ukraine»*

The comparative analysis of mono- and multifocal highly differentiated thyroid carcinoma (papillary and follicular) according to the TNM system was conducted. There were analyzed 2208 cases of monofocal and 692 cases of multifocal lesions in total. The analysis demonstrated that multifocal carcinomas, unlike solitary lesions, were characterized by a more aggressive course. Multicenter lesion by rubrics T, N and M with certainty at 99 % and more had higher indices than monofocal. Thus, T2 stage was recorded at 20.4 % of multifocal carcinomas versus 15.7 % for monofocal. The difference in T3 stage was also significant (22.4 % vs. 18.8 % respectively). In cases of T4 stage percent difference was 6.9 % with 5.0 % of multifocal and monofocal with thyroid carcinomas. N1a stage was recorded in 16.2 % of cases of multifocal carcinomas compared with 13.7 % for monofocal. Even more significant was the difference in N1b category – 15.7 % among multifocal that only 8.7 % of monofocal thyroid carcinomas. Distant metastases in patients with mono- and multifocal carcinoma were detected in isolated cases and this group of patients did not differ significantly from one another in such case ( $p > 0.05$ ). The main conclusion is the need for more radical tactics of treatment in these cases.

**Key words:** thyroid cancer, multifocal carcinoma, surgical treatment.

© Н. Я. Кобринська

**Вступ.** Якщо проблема раку щитоподібної залози (ЩЗ) вивчається вже протягом багатьох десятиріч, то мультифокальна папілярна тиреоїдна карцинома привернула увагу фахівців лише в останні роки. Вивчаються різні питання особливостей клінічного перебігу мультифокальної папілярної карциноми. У фаховій літературі приділяється особлива увага мультифокальності як фактору ризику появи метастазів у лімфатичних вузлах [14, 20], прогнозу одужання [16], рецидиву хвороби [6, 12] та більш агресивних ознак пухлини [10, 11]. Автори роботи [5] дійшли висновку, що мультифокальний папілярний рак ЩЗ є більш агресивним, ніж одиничне пошкодження.

У той же час експерти консенсусу з мультифокальної папілярної тиреоїдної карциноми на основі даних літератури зробили висновок про те, що прогностична значимість мультифокального пухлинного росту при папілярних карциномах, як і інших факторів ризику, залишається суперечливою [3].

У зв'язку з викладеним вище, метою дослідження була порівняльна оцінка основних показників агресивності злоякісного враження ЩЗ, лімфатичних вузлів та легенів у хворих на моно- та мультифокальну високодиференційовану тиреоїдну карциному.

Матеріали та методи дослідження. Для порівняльного аналізу злоякісності протікання рака ЩЗ у хворих на моно- та мультифокальну карциному були використані відповідні матеріали, викопійовані з медичної карти стаціонарного хворого (статформа №003/О), з протоколами операцій та

патогістологічних досліджень на 693 хворих на мультифокальну та на 2211 хворих на монофокальну папілярну тиреоїдну карциному, які лікувались в ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка НАМН України» протягом 1999–2015 рр.

Порівнювались ознаки, які були прийняті нами за показники агресивності перебігу рака ЩЗ. Це розмір пухлини ЩЗ, наявність регіонарних лімфатичних вузлів та наявність віддалених метастазів, які визначались за Міжнародною класифікацією пухлин (МКП) TNM в шостій редакції. Вивчалась також наявність метастазів в легенях хворих за даними радіойодтерапії.

Зведення даних за спеціальними таблицями здійснювалось на комп'ютері за допомогою програми Excel з пакету Microsoft Office.

Розраховувались екстенсивні показники, тобто частка хворих з тою чи іншою ознакою серед хворих на моно- та мультифокальну карциному. Достовірність різниці між порівнюваними показниками визначалась за методом хі-квадрат ( $\chi^2$ ) Пірсона.

Результати та їх обговорення. В таблиці 1 представлені дані про розподіл хворих на моно- та мультифокальну папілярну тиреоїдну карциному за величиною первинної пухлини ЩЗ. Як уже зазначалось, тут і далі розміри вузлів ЩЗ, ураження лімфатичних вузлів та віддалені метастази визначені за МКП ЩЗ (TNM) в шостій редакції.

Зазначимо, що ці фактори, як відомо, є визначальними для оцінки ступеню поширення злоякісного процесу та вибору тактики лікування.

Таблиця 1

**Розподіл хворих на моно- та мультифокальну папілярну тиреоїдну карциному за величиною первинної пухлини ЩЗ**

Розмір пухлини (рубрика Т МКП)	Карцинома				$\chi^2$	p
	монофокальна		мультифокальна			
	абс.	%	абс.	%		
Пухлина до 2 см в межах ЩЗ (Т1)	1348	61,1	348	50,3	26,95	<0,01
Пухлина 2–4 см в межах ЩЗ (Т2)	347	15,7	141	20,4		
Пухлина понад 4 см в межах ЩЗ (Т3)	403	18,3	155	22,4		
Пухлини різних розмірів за межами капсули ЩЗ (Т4)	110	5,0	48	6,9		
Усього	2208	100,0	692	100,0	—	—

Із наведених в табл. 1 даних виходить, що з надійністю на рівні не менше 99 % можна стверджувати, що за величиною розмірів пухлини в ШЗ хворі на монофокальну і хворі на мультифокальну карциному суттєво розрізняються між собою. За отриманими даними мультифокальна карцинома достовірно характеризувалась більшими відсотками випадків стадій T2–T4, ніж монофокальна. Так, стадія T2 була зафіксована у 20,4% хворих на мультифокальну карциному порівняно з 15,7% хворих з монофокальною. Різниця за стадією T3 була також достовірною (22,4% порівняно з 18,8% відповідно). У випадках стадії T4 різниця відсотків становила 6,9% при мультифокальних та 5,0% при монофокальних тиреоїдних карциномах. Тільки в групі пухлин до 2 см перевага була за монофокальними пухлинами (61,1%), на відміну від 50,3% при мультифокальних. Таким чином, за нашими даними мультифокальні карциноми характеризуються в цілому більш високою стадією за класифікацією TNM, тобто виявляють більшу агресивність, щонайменше серед мешканців України. Такої ж думки дотримуються більшість авторів [5, 9, 13, 15, 21]. Але, хоча і в меншості, існують дані щодо відсутності достовірної різниці між моно- та мультифокальними карциномами [1, 7]. Здебільшого в роботах на основі ґрунтовних та об'ємних досліджень висловлюється думка щодо достовірного впливу на прогноз мультифокаль-

них пухлин розміром понад 1 см, тоді як менші не мають такого достовірного впливу [2, 6, 18, 19].

Зазначимо, що при оцінці за розмірами максимального (при наявності декількох) вогнища було з'ясовано, що за жодною з груп від менше 5 мм до 41 мм та більше не було виявлено достовірної переваги при порівнянні випадків моно- та мультифокальної карциноми. Це співпадає з думкою багатьох дослідників [1, 4, 17]. Хоча існує позиція щодо однозначного впливу розміру на виявлення мультифокального росту та агресивності тиреоїдних карцином [12, 21]. За даними S. F. Кюо серед мультифокальних тиреоїдних карцином було виявлено 22 % макро- та 19,5 % мікрокарцином [18], що також доводить відсутність впливу розміру на наявність мультифокальності.

Дані табл. 2 дають уяву про ураження регіонарних лімфатичних вузлів у хворих на моно- та мультифокальну карциному.

Важливим, якщо не найважливішим, показником агресивності пухлини є наявність метастатичного ураження. Результати порівняльного аналізу моно- та мультифокальних тиреоїдних карцином (рубрика N за класифікацією TNM) наведено у табл. 2. Більшість з пацієнтів обох груп взагалі не мали метастазів на час операції, що є ще одним підтвердженням відносно сприятливого прогнозу високодиференційованих тиреоїдних карцином. Але випадки наявності ураження регіонарних лімфатичних вузлів достовірно частіше виявля-

Таблиця 2

**Розподіл хворих на моно- та мультифокальну  
високодиференційовану тиреоїдну карциному  
за локалізацією уражень регіонарних лімфатичних вузлів**

Локалізація уражень регіонарних лімфовузлів (рубрика N МКП)	Карцинома				$\chi^2$	p
	монофокальна		мультифокальна			
	абс.	%	абс.	%		
Метастази в регіонарних лімфовузлах не виявлені (NX+NO)	1713	77,6	471	68,1	26,95	<0,01
Метастази в регіонарних лімфовузлах VI рівня (N1a)	302	13,7	112	16,2		
Ураження інших шийних лімфовузлів з обох боків або з протилежного боку (N1b)	193	8,7	109	15,7		
Усього	2208	100,0	692	100,0	—	—

Розподіл хворих на моно- та мультифокальну папілярну карциному за наявністю віддалених метастазів

Наявність віддалених метастазів (рубрика М МКП)	Карцинома				$\chi^2$	p
	монофокальна		мультифокальна			
	абс.	%	абс.	%		
Метастази не виявлені (МХ + МО)	2200	99,6	688	99,4	0,59	> 0,05
Метастази виявлені (МІ)	8	0,4	4	0,6		
Усього	2208	100,0	692	100,0	—	—

лися в групі мультифокальних карцином. Зокрема, стадія N1a зафіксована у 16,2 % випадків мультифокальних карцином порівняно з 13,7 % при монофокальних. Ще більш суттєвою виявилась різниця за категорією N1b – 15,7 % серед мульти- та лише 8,7 % серед монофокальних тиреоїдних карцином. Переважна більшість дослідників також відмічають наявність регіонарних метастазів однією з характерних ознак мультифокального ураження [4, 8, 12, 21].

В таблиці 3 представлені дані про наявність у спостережених хворих обох груп віддалених метастазів.

Як видно із табл. 3, у представленій більшості спостережених хворих віддалені метастази не були виявлені. Віддалені метастази у хворих на моно- та мультифокальну карциному виявлялися в поодиноких випадках і з цього приводу порівнювані групи хворих між собою суттєво не відрізнялись ( $p > 0,05$ ).

**Висновки.** Отже, із представлених вище даних можна зробити висновок, що особливостями патогістологічного протікання хвороби у пацієнтів з мультифокальною карциномою на фоні хворих з монофокальною карциномою є більш часте виявлення пухлинних вузлів в ЩЗ більших розмірів та метастази в регіонарні лімфатичні вузли ший з обох боків або з протилежного боку. Також у них частіше виявляються три і більше метастазів в легенях. Всі ці особливості свідчать про те, що хвороба у пацієнтів з мультифокальною карциномою перебігає значно складніше, ніж у пацієнтів з монофокальною карциномою. Тобто монофокальність є вираженим фактором ризику більш агресивного перебігу хвороби.

### Література.

- Ивахно И. В. Основные морфологические признаки метастазирующих папиллярных микрокарцином щитовидной железы / И. В. Ивахно // Вісник проблем біології і медицини. – 2014. – Т. 3, № 4. – С. 266–270.
- Маколина Н. П. Современная парадигма послеоперационного ведения больных с дифференцированным раком щитовидной железы / Н. П. Маколина, Н. М. Платонова // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2011. – Т. 2, № 3. – С. 8–21.
- Мультифокальная папиллярная тиреоидная карцинома. Консенсус Европейского общества эндокринных хирургов (Workshop «Surgery of Thyroid Cancer», ESES, Berlin, Germany, May 23–25, 2013) (обзор литературы и собственные данные) / А. Е. Коваленко, М. Ю. Болгов, П. П. Зинич, Н. Я. Кобринская // Эндокринология. – 2015. – Т. 20, № 4. – С. 721–734.
- Analysis of differential BRAF (V600E) mutational status in multifocal papillary thyroid carcinoma: evidence of independent clonal origin in distinct tumor foci / S. Y. Park, Y. J. Park, Y. J. Lee [et al.] // Cancer. – 2006. – Vol. 107, No. 8. – P. 1831–1838.
- Clinical characteristics and surgical resection of multifocal papillary thyroid carcinoma: 168 cases / G. Huang, X. Tian, Y. Li, F. Ji // Int. J. Clin. Exp. Med. – 2014. – Vol. 15, No. 12. – P. 5802–5807.
- Drucker W. D. Papillary microcarcinoma of the thyroid / W. D. Drucker, R. J. Robbins // Practical management of thyroid cancer: a multidisciplinary approach / E. L. Mazzaferri, C. Harmer, U. K. Mallick, P. Kendall-Taylor (Eds.). – London : Springer, 2006. – P. 371–389.
- Gemsenjäger E. W. Multifocal papillary thyroid carcinoma / E. W. Gemsenjäger, P. U. Heiz, I. Schweizer // New Engl. J. Med. – 2005. – Vol. 353. – P. 1067–1068.
- Hemithyroidectomy increases the risk of disease recurrence in patients with ipsilateral multifocal papillary thyroid carcinoma / X. Li, C. Zhao, D. Hu [et al.] // Oncol. Lett. – 2013. – Vol. 5, No. 4. – P. 1412–1416.
- Multifocality in well-differentiated thyroid carcinomas calls for total thyroidectomy / H. M. Mazeh, Y. Samet,

- D. Hochstein [et al.] // *Am. J. Surg.* – 2011. – Vol. 201, No. 6. – P. 770–775.
10. Multifocal papillary thyroid cancer increases the risk of central lymph node metastasis / A. Al Afif, B. A. Williams, M. H. Rigby [et al.] // *Thyroid.* – 2015. – Vol. 25, No. 9. – P. 1008–1012.
11. Number of tumor foci predicts prognosis in papillary thyroid cancer / N. Qu, L. Zhang, Q. H. Ji [et al.] // *BMC Cancer.* – 2014. – Vol. 4. – P. 914
12. Pediatric patients with multifocal papillary thyroid cancer have higher recurrence rates than adult patients: a retrospective analysis of a large pediatric thyroid cancer cohort over 33 years / Y. A. Leel, H. W. Jung, H. Y. Kim [et al.] // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* – 2015. – Vol. 100, No. 4. – P. 1619–1629.
13. Risk factors for central lymph node metastasis in CNO papillary thyroid carcinoma: a systematic review and meta-analysis / W. Sun, X. Lan, H. Zhang [et al.] // *PLoS One.* – 2015. – Vol. 10, No. 10. – e0139021.
14. Risk of lymph node metastases in multifocal papillary thyroid cancer associated with Hashimoto's thyroiditis / A. Konturek, V. Barzyski, W. Nowak, W. Wierzbowski // *Langenbeck's Arch. Surg.* – 2014. – Vol. 399, No. 2. – P. 229–236.
15. Role of prophylactic central compartment lymph node dissection in clinically N0 differentiated thyroid cancer patients: analysis of risk factors and review of modern trends / G. Conzo, E. Tartaglia, N. Avenia [et al.] // *World J. Surg. Oncol.* – 2016. – Vol. 14. – P. 149.
16. Rubinfeld S. Prognosis of patients with papillary or follicular thyroid cancer [Electronic resource] / S. Rubinfeld // *ThyCa: Thyroid Cancer Survivors' Association; Free Newsletter and Unformation Packet (website).* – October 23, 2006. – Retrieved from: <http://www.thyca.org/pap-fol/treatment/prog/>
17. Pitt S. C. Contralateral papillary thyroid cancer: does size matter? / S. C. Pitt, R. S. Sippel, H. Chen // *Am. J. Surg.* – 2009. – Vol. 197, No 3. – P. 342–347.
18. Prognosis of multifocal papillary thyroid carcinoma [Electronic resource] / S. F. Kuo, S. F. Lin, T. C. Chao [et al.] // *International Journal of Endocrinology.* – 2013. – Vol. 2013. – ID 809382. – Retrieved from : <http://www.hindawi.com/iournals/ije/2013/809382>.
19. Prognostic significance of tumor multifocality in papillary thyroid carcinoma and its relationship with primary tumor size: a retrospective study of 2,309 consecutive patients / K. J. Kim, S. M. Kim, Y. S. Lee [et al.] // *Ann. Surg. Oncology.* – 2015. – Vol. 22, No, 1. – P. 25–31.
20. Thyroid cancer: Papillary Thyroid Cancer (PTC) [Electronic resource] / The American Association of Endocrine Surgeons (patient education site). – Retrieved from : [http://endocrinediseases.org/thyroid/cancer\\_papillary.shtml](http://endocrinediseases.org/thyroid/cancer_papillary.shtml)
21. Total surface area is useful for differentiating between aggressive and favorable multifocal papillary thyroid carcinomas / J. S. Pyo, J. H. Sohn, G. Kang [et al.] // *Yonsei Med. J.* – 2015. – Vol. 56, No. 2. – P. 335–361.

## References.

1. Ivakhno, I. V. (2014). Osnovnye morfologicheskie priznaki metastaziruyushchikh papilyarnykh mikrokarzinom shchitovidnoi zhelezy [The main morphological features of metastatic papillary thyroid microcarcinomas]. *Visnik problem biologii i meditsini (Biology and Medicine Issues Review)*, 3(4) [In Russian].
2. Makolina, N. P., Platonova, N. M. (2011). Sovremennaya paradigma posleoperatsionnogo vedeniya bol'nykh s differentsirovannym rakom shchitovidnoi zhelezy [The modern paradigm of the postoperative management of patients with differentiated thyroid cancer]. *Klinicheskaya i eksperimental'naya tireoidologiya (Clinical and experimental thyroidology)*, 2(3) [In Russian].
3. Kovalenko, A. E., Bolgov, M. Yu., Zynych, P. P., Kobrinskaya, N. Ya. (2015). Mul'tifokal'naya papilyarnaya tireoidnaya kartsinoma. Konsensus Yevropeiskogo obshchestva endokrinnykh khirurgov [Multifocal papillary thyroid carcinoma: a consensus report of the European Society of Endocrine Surgeons] (Workshop «Surgery of Thyroid Cancer», ESES, Berlin, Germany, May 23–25, 2013) (literary review and own data). *Endokrinologiya (Endocrinology)*, 20(4) [In Ukrainian].
4. Park, S. Y., Park, Y. J., Lee, Y. J., Lee, H. S., Choi, S. H., Choe, G., Jang, H. C., ... Cho, B. Y. (2006). Analysis of differential BRAF (V600E) mutational status in multifocal papillary thyroid carcinoma: evidence of independent clonal origin in distinct tumor foci. *Cancer*, 107(8). doi: 10.1002/cncr.22218
5. Huang, G., Tian, X., Li, Y., Ji, F. (2014). Clinical characteristics and surgical resection of multifocal papillary thyroid carcinoma: 168 cases. *Int. J. Clin. Exp. Med.*, 15(12).
6. Drucker, W. D., Robbins, R. J. (2006). In: E. L. Mazzaferri, C. Harmer, U. K. Mallick, P. Kendall-Taylor (Eds.). *Papillary microcarcinoma of the thyroid. In Practical management of thyroid cancer: a multidisciplinary approach* (pp. 371-389). London: Springer.
7. Gemenjäger, E. W., Heiz, P. U., Schweizer, I. (2005). Multifocal papillary thyroid carcinoma. *New Engl. J. Med.*, 353. doi: 10.1056/NEJMc051872
8. Li, X., Zhao, C., Hu, D., Yu, Y., Gao, J., Zhao, W, Gao, M. (2013). Hemithyroidectomy increases the risk of disease recurrence in patients with ipsilateral multifocal papillary thyroid carcinoma. *Oncol. Lett.*, 5(4). doi: 10.3892/ol.2013.1202
9. Mazeh, H. M, Samet, Y., Hochstein, D., Mizrahi, I., Ariel, I., Eid, A., Freund, H. R. (2011). Multifocality in well-differentiated thyroid carcinomas calls for total thyroidectomy. *Am. J. Surg.*, 201(6). doi: 10.1016/j.amjsurg.2010.03.004
10. Al Afif, A., Williams, B. A., Rigby, M. H., Bullock, M. J., Taylor, S. M, Trites, J., Hart, R. D. (2015). Multifocal papillary thyroid cancer increases the risk of central

- lymph node metastasis. *Thyroid*, 25(9). doi: 10.1089/thy.2015.0130.
11. Qu, N., Zhang, L., Ji, Q. H., Zhu, Y. X., Wang, Z. Y., Shen, Q., Wang, Y., Li, D. S. (2014). Number of tumor foci predicts prognosis in papillary thyroid cancer. *BMC Cancer*, 4. doi: 10.1186/1471-2407-14-914
  12. Leel, Y. A., Jung, H. W., Kim, H. Y., Choi, H., Kim, H. Y., Hah, J. H., Park, D. J. ... Park, Y. J. (2015). Pediatric patients with multifocal papillary thyroid cancer have higher recurrence rates than adult patients: a retrospective analysis of a large pediatric thyroid cancer cohort over 33 years. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 100(4). doi: 10.1210/jc.2014-3647
  13. Sun, W., Lan, X., Zhang, H., Dong, W., Wang, Z., He, L., Zhang, T., S. Liu. (2015). Risk factors for central lymph node metastasis in CN0 papillary thyroid carcinoma: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 10(10). doi: 10.1371/journal.pone.0139021
  14. Konturek, A., Barzynsky, V., Nowak, W., Wierchowski, W. (2014). Risk of lymph node metastases in multifocal papillary thyroid cancer associated with Hashimoto's thyroiditis. *Langenbeck's Arch. Surg.*, 399(2). doi: 10.1007/s00423-013-1158-2
  15. Conzo, G., Tartaglia, E., Avenia, N., Calò, P. G., de Bellis, A., Esposito, K., Gambardella, C., ... Bellastella, G. (2016). Role of prophylactic central compartment lymph node dissection in clinically N0 differentiated thyroid cancer patients: analysis of risk factors and review of modern trends. *World J. Surg. Oncol.*, 14. doi: 10.1186/s12957-016-0879-4.
  16. Rubinfeld, S. (2006, October 23). Prognosis of patients with papillary or follicular thyroid cancer ThyCa: Thyroid Cancer Survivors' Association ; Free Newsletter and Unformation Packet. – Retrieved from: <http://www.thyca.org/pap-fol/treatment/prog/>
  17. Pitt, S. C., Sippel, R. S., Chen, H. (2009). Contralateral papillary thyroid cancer: does size matter? *Am. J. Surg.*, 197(3). doi: 10.1016/j.amjsurg.2008.09.011.
  18. Kuo, S. F., Lin, S. F., Chao, T. C., Hsueh, C., Lin, K. J., Lin, J. D. (2013). Prognosis of multifocal papillary thyroid carcinoma. *International Journal of Endocrinology*, 2013. Retrieved from <http://www.hindawi.com/iournals/ije/2013/809382>
  19. Kim, K. J., Kim, S. M., Lee, Y. S., Chung, W. Y., Chang, H. S., Park, C. S. (2015). Prognostic significance of tumor multifocality in papillary thyroid carcinoma and its relationship with primary tumor size: a retrospective study of 2,309 consecutive patients. *Ann. Surg. Oncology*, 22(1). doi: 10.1245/s10434-014-3899-8
  20. Thyroid cancer: Papillary Thyroid Cancer (PTC). The American Association of Endocrine Surgeons. [Patient education site]. Retrieved from [http://endocrinediseases.org/thyroid/cancer\\_papillary.shtml](http://endocrinediseases.org/thyroid/cancer_papillary.shtml)
  21. Pyo, J. S., Sohn, J. H., Kang G., Kim, D. H., Yun, J. (2015). Total surface area is useful for differentiating between aggressive and favorable multifocal papillary thyroid carcinomas. *Yonsei Med. J.*, 56(2). doi: 10.3349/ymj.2015.56.2.355

## 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, науково-педагогічних працівників вищих навчальних закладів, співробітників науково-дослідних інститутів медичного, фармацевтичного та біологічного профілів, громадськості про результати фундаментальних і прикладних досліджень із біомедичної інформатики та інженерії, про сучасні тенденції та процеси інформатизації, що відбуваються в галузі охорони здоров'я України.

Журнал «Медична інформатика та інженерія» приймає до публікації статті, короткі повідомлення, листи до Редакції, що містять оригінальні матеріали досліджень з таких тем:

1. Інформатизація системи охорони здоров'я. Тенденції розвитку медичної і біологічної інформатики та інженерії.
2. Медичні інформаційні, експертні та інтелектуальні системи.
3. Інформаційні технології системних досліджень у медицині та біології.
4. Проблеми управління в медичних і біологічних системах.
5. Оптимізація управління процесами профілактики, діагностики, лікування та реабілітації.
6. Телемедичні технології.
7. Математичне моделювання в медицині, фармації та біології.
8. Доказова медицина.
9. Медична інженерія та електроніка.
10. Інформаційні технології отримання, збереження, передавання та аналізу медичної та біологічної інформації.
11. Отримання й аналіз медичних і біологічних зображень і сигналів.
12. Комп'ютерна діагностика захворювань і комп'ютерне прогнозування перебігу та наслідків патологічного процесу.
13. Розроблення та застосування біометричних методів.
14. Структуризація знань, бази знань, організація пошуку, оброблення та розповсюдження знань.
15. Сучасні інформаційні технології в медичній і біологічній освіті. Засоби самоосвіти.
16. Теорія та практика дистанційної освіти.
17. Проблеми побудови «суспільства знань».
18. Інформатика, суспільство та національна безпека.

За рішенням редакційної колегії до друку також можуть прийматися огляди з актуальних питань медичної інформатики та інженерії, описи перспективних наукових досліджень, рецензії, довідкові, інформаційні та 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.

Веб-сторінка журналу на порталі Наукова періодика України, Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського:

[http://www.nbuv.gov.ua/portal/Chem\\_Biol/Mii/index.html](http://www.nbuv.gov.ua/portal/Chem_Biol/Mii/index.html).

Включення до переліку наукових фахових видань України наказ МОН України від 21.12.2015 № 1328 (медичні та біологічні науки); до переліку фахових видань ВАК України: постанова Президії ВАК України від 27.05.2009 № 1-05/2 (медичні науки); постанова Президії ВАК України від 10.11.2010 № 3-05/7 (біологічні науки).

Журнал включено до міжнародних наукометричних баз Google Scholar, Index Copernicus.

Web-site: <http://www.tdmu.edu.ua>, <http://pub.inmeds.com.ua>.

Журнал видається на платформі Open Journal System з можливістю крос-реферування за умови правильного оформлення статей.

## ВИМОГИ ЩОДО ПІДГОТОВКИ РУКОПISУ

Відповідно до наказу МОНмолодьспорту України від 17.10.2012 № 1111 із 01 січня 2013 року до вимог внесено зміни.

До розгляду приймаються рукописи українською, російською чи англійською мовами. Обсяг оригінальної статті, включаючи таблиці, рисунки, список літератури, анотації, не повинен перевищувати 8 сторінок, обсяг проблемної статті, огляду літератури, лекції – 12 сторінок, короткого повідомлення, рецензії тощо – до 5 сторінок.

До рукопису необхідно додати такі матеріали, що надсилаються у форматі \*.pdf, відскановані з роздільною здатністю не менше 150 dpi: 1) супровідний лист від керівника закладу (підрозділу), в якому виконувалася робота з рекомендацією до друку; 2) експертний висновок, завірений печаткою, щодо можливості відкритої публікації матеріалів дослідження; 3) незалежну рецензію на роботу; 4) узгодження про відсутність конфлікту інтересів. Рукописи приймаються до журналу тільки через систему електронної реєстрації публікацій на порталі: <http://pub.inmeds.com.ua>.

За відсутністю експертного висновку всю відповідальність за подану інформацію несуть автори. Всі автори мають поставити підписи на першій сторінці статті. Вартість видавничьких послуг відшкодовують автори.

Статті, що містять оригінальні матеріали досліджень, мають бути структуровані відповідно до вимог п. 3 постанови Президії ВАК України від 15.01.2003 № 7-05/1, оформлені з урахуванням рекомендацій ВАК України щодо публікації матеріалів дисертацій і 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 вимог 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 наводити в оригінальній транскрипції.

Прізвища авторів повинні бути транслітеровані або вказані так само, як у раніше опублікованих статтях у зарубіжних журналах.

### На початку статті зазначаються:

УДК – у верхньому лівому куті.

Українською, англійською, російською мовами:

- назва статті (по центру, жирно, кегль – 16). У назві статті не допускається використання скорочень;
- ініціали та прізвище (-а) автора(-ів) (по центру);
- повна назва установи;
- **анотація** (українською та російською мовами): до 200 слів;
- **ключові слова**: до восьми слів.

**Розширений структурований реферат статті англійською мовою до 500 слів**, що містить такі розділи: вступ (Background), матеріали і методи (Materials and methods), результати (Results), висновки (Conclusions).

**Основна частина статті містить такі 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. Матеріали та методи дослідження** (викладається об'єкт дослідження та методи, опис яких повинен бути достатнім для розуміння їх доцільності та можливості відтворення). **Результати та їх обговорення** (викладається основний матеріал дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів). **Висновки** з даного дослідження та перспективи подальших шляхів до розв'язання проблеми.

**Весь текст** повинен бути надрукований через 1,5 інтервали, 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, жирно.

**Рівняння** необхідно друкувати у редакторі формул MS Equation Editor, що входить до складу текстового редактора MS Word.

**Посилання на літературу** в тексті подаються в квадратних скобках. Література формується за алфавітом. Для оформлення посилань слід використовувати національний стандарт ДСТУ. ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання».

**Рисунки** – шириною до 8 см або до 16 см кожен подаються на окремому аркуші. На зворотній стороні вказати номер рисунка, прізвище першого автора та 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 та 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 рукопису після списку літератури на окремому аркуші.

**Інформація про авторів** – подається на окремому аркуші та містить такі відомості про кожного автора: 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.

Збір та оброблення персональних даних здійснюються відповідно до вимог Закону України «Про захист персональних даних».

**Інформація про конфлікт інтересів.** Автори повинні розкрити потенційні та явні конфлікти інтересів, пов'язані з рукописом. Конфліктом інтересів може вважатися будь-яка ситуація (фінансові відносини, служба або робота в установах, що мають фінансовий або політичний інтерес до опублікованих матеріалів, посадові обов'язки тощо). Здатна вплинути на автора рукопису та призвести до приховування, спотворення даних або змінити їх трактування. Наявність конфлікту інтересів у одного або декількох авторів не є приводом для відмови в публікації статті. Виявлене редакцією приховування потенційних і явних конфліктів інтересів із боку авторів може стати причиною відмови у розгляді та публікації рукопису.

У зв'язку з відмінністю національних стандартів оформлення літератури та вимог міжнародних баз необхідно оформляти два списки літератури. Другий список літератури – References слід наводити після першого, наданого відповідно до національного стандарту. Роботи українською/російською мовами повинні бути транслітеровані відповідно до постанови КМУ «Про впорядкування транслітерації українського алфавіту латиницею» від 27 січня 2010 № 55 зі змінами. Виконані іншими мовами роботи, на які є посилання, повинні бути транслітеровані на англійську відповідно до системи British Standards Institution (BSI). Після транслітерованої назви роботи у квадратних дужках повинен бути переклад назви англійською. Назва наукового журналу в транслітерованому списку літератури має збігатися з

транслітерованою назвою журналу, що зареєстровано за його включення до міжнародних баз даних. Роботи у списку, наданому латиницею, повинні бути представлені відповідно до вимог APA 6th (American Psychological Association, 6th Edition).

Статті, оформлені без дотримання вищенаведених вимог, не реєструються. У першу чергу друкуються статті передплатників журналу, а також матеріали, що замовлено редакцією.

Редакція залишає за собою право виправляти термінологічні та стилістичні помилки; за погодженням авторів усувати зайві ілюстрації та скорочувати текст.

**Рукописи направляти за адресою:**

вул. Дорогожицька, 9, м. Київ, 04112

Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л. Шупика,  
редакція журналу «Медична інформатика та інженерія» (кафедра медичної інформатики).

Електронна пошта: [mijournal@nmapo.edu.ua](mailto:mijournal@nmapo.edu.ua), [k-minf05@nmapo.edu.ua](mailto:k-minf05@nmapo.edu.ua).

Публікація статей **платна**. Для очних аспірантів знижка 50 %. Оплата здійснюється після отримання повідомлення про позитивне рішення щодо публікації статті. Квитанції про оплату надсилати на адресу редакції.